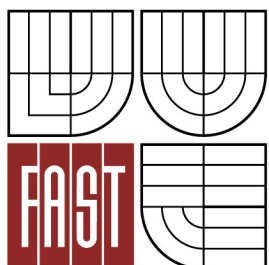




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

Faculty Of Civil Engineering
Institute of Structural Economics and Management

VYHODNOCENÍ VLIVU MATERIÁLU NA CENU STAVEBNÍHO DÍLA A NA DALŠÍ NÁKLADY PŘI JEHO PROVOZOVÁNÍ

EVALUATION OF BUILDING MATERIAL'S INFLUENCE ON BUILDING PRICE AND ON OTHER COSTS
DURING USING A STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. PETR ŠAFRÁNEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. GABRIELA KOCOURKOVÁ

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s kombinovanou formou studia
Studijní obor	3607T038 Management stavebnictví
Pracoviště	Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Petr Šafránek
Název	Vyhodnocení vlivu materiálu na cenu stavebního díla a na další náklady při jeho provozování
Vedoucí diplomové práce	Ing. Gabriela Kocourková
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2011
Datum odevzdání diplomové práce	13. 1. 2012
V Brně dne 31. 3. 2011	

.....
doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Tichá, A., Marková, L., Puchýř, B.: Ceny ve stavebnictví - I, VUT Brno 1999
Ceníky stavebních materiálů
Ceníky stavebních prací
Položkový rozpočet
Korytářová J.: Ekonomika investic, opora VUT FAST Brno 2007

Zásady pro vypracování

1. Úvod, cíl práce
2. Tvorba cen stavebních prací v ČR
3. Životní cyklus stavby
4. Optimalizace konkrétního projektu, rozpočet
5. Vyhodnocení konkrétního projektu
6. Závěr

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....
Ing. Gabriela Kocourková
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce se věnuje volbě materiálů vhodných pro konstrukci obvodového pláště objektu a jeho vlivu na cenu stavebního díla. Vyhodnocuje tepelně izolační vlastnosti zvolených konstrukcí a sleduje jejich vliv na provozní náklady objektu.

Klíčová slova

tvorba cen, energetická náročnost budovy, tepelná ochrana budov, náklady na realizaci a provoz

Abstract

This thesis is devoted to the choice of materials suitable for construction building envelope and its influence on the price of the works. It evaluates the thermal insulating characteristics of the selected structures and monitors their impact on operating costs of the object.

Keywords

price formation, energy consumption of buildings, thermal protection of buildings, cost of implementation and operation

...

Bibliografická citace VŠKP

ŠAFRÁNEK, Petr. *Vyhodnocení vlivu materiálu na cenu stavebního díla a na další náklady při jeho provozování*. Brno, 2011. 97 s., 26 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Gabriela Kocourková.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně, a že jsem uvedl(a) všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 13.1.2012

.....
podpis autora

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně, a že jsem uvedl(a) všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 13.1.2012

.....
podpis autora

Poděkování:

Děkuji Ing. Gabriele Kocourkové za vřelý přístup a rady poskytnuté při realizaci diplomové práce. Děkuji Ing. Arch. Lubomíru Křivkovi za poskytnuté podklady k diplomové práci.

Obsah

1	ÚVOD	11 -
2	TEORETICKÁ ČÁST	13 -
2.1	INVESTICE	13 -
2.2	HODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI INVESTIC	17 -
2.2.1	<i>Ekonomická efektivnost.....</i>	<i>18 -</i>
2.2.2	<i>Sociálně ekonomická efektivnost.....</i>	<i>19 -</i>
2.3	UKAZATELE EKONOMICKÉ EFEKTIVNOSTI INVESTIC	19 -
2.3.1	<i>Prostá doba návratnosti.....</i>	<i>20 -</i>
2.3.2	<i>Diskontovaná doba návratnosti</i>	<i>20 -</i>
2.3.3	<i>Čistá současná hodnota.....</i>	<i>20 -</i>
2.3.4	<i>Index rentability.....</i>	<i>22 -</i>
2.3.5	<i>Vnitřní výnosové procento</i>	<i>22 -</i>
2.4	UKAZATELE FINANČNÍ PROVEDITELNOSTI	23 -
2.5	DISKONTNÍ SAZBA	24 -
2.6	STANOVENÍ RIZIKA INVESTIČNÍCH PROJEKTŮ	25 -
3	ZDROJE FINANCOVÁNÍ STAVEBNÍ ZAKÁZKY	27 -
4	CENA.....	29 -
4.1	TVORBA CEN	29 -
4.1.1	<i>Tvorba ceny soukromého statku</i>	<i>30 -</i>
4.1.2	<i>Tvorba ceny veřejného statku.....</i>	<i>30 -</i>
4.1.3	<i>Nákladově orientovaná tvorba cen</i>	<i>30 -</i>
4.1.4	<i>Poptávkově orientovaná tvorba cen.....</i>	<i>31 -</i>
4.1.5	<i>Konkurenčně orientovaná tvorba cen</i>	<i>31 -</i>
4.1.6	<i>Odvození ceny.....</i>	<i>31 -</i>
4.2	VÝZNAM NÁKLADŮ A KALKULACÍ NÁKLADŮ PRO TVORBU CEN	32 -
4.2.1	<i>Náklady na pořízení stavby.....</i>	<i>32 -</i>
4.2.2	<i>Individuální výrobní kalkulace nákladů</i>	<i>33 -</i>
4.2.3	<i>Nabídková cena a nabídkový rozpočet.....</i>	<i>34 -</i>
5	PROVOZNÍ NÁKLADY.....	39 -
5.1	PROVOZNÍ NÁKLADY PROJEKTU	39 -
5.2	PROVOZNÍ NÁKLADY STAVBY.....	40 -
5.2.1	<i>Energetická náročnost budovy</i>	<i>43 -</i>
6	PRAKTICKÁ ČÁST - VOLBA KONSTRUKCE OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ OBJEKTU	47 -
6.1	ZÁKLADNÍ POPIS PROJEKTU - TYPOVÝ RD NERO 2008	47 -
6.2	NORMA ČSN 73 0540 -2 - TEPELNÁ OCHRANA BUDOV.....	48 -
6.2.1	<i>Hodnoty požadované normou ČSN 73 0540 - 2.....</i>	<i>49 -</i>
6.3	VARIANTY OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ A ZVOLENÉ STAVEBNÍ MATERIÁLY	51 -
6.3.1	<i>Detailní představení zvolených stavebních materiálů a technologií.....</i>	<i>51 -</i>
6.4	VOLBA KONSTRUKCE OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ, VLIV NA CENU REALIZACE A PROVOZNÍ NÁKLADY OBJEKTU	61 -
6.4.1	<i>Tepelně - izolační vlastnosti obvodového pláště a cena realizace.....</i>	<i>61 -</i>
6.4.2	<i>Tepelně - izolační vlastnosti obvodového pláště a náklady na provoz objektu</i>	<i>85 -</i>
7	ZÁVĚR	91 -
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	92 -
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	95 -
10	SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	96 -
11	SEZNAM PŘÍLOH	97 -

1 Úvod

Dnešní svět je přímo posedlý úsporou energie, minimalizací produkce skleníkových plynů a hledáním zelenějších řešení. Kamkoli dnes přijdeme, jsme pronásledováni ukazateli spotřeby energie. Vše, od televizí, přes ledničky až po elektrický kartáček na zuby je dnes opatřeno štítkem, který má vyjadřovat energetickou náročnost a účinnost zařízení. A stavebnictví se tento jev samozřejmě nevyhnul.

Každý stavebník je dnes svázán normami a doporučeními, ve kterých není snadné se vyznat. Prakticky okamžitě, kdy učiní rozhodnutí realizovat stavební projekt, a je jedno jestli se jedná o malý rodinný dům typu bungalow, nebo obrovskou vilu za několik desítek milionů, je investor přímo bombardován desítkami různých druhů materiálů, každý výrobce se jej snaží přesvědčit o tom, že právě jeho produkt pro něj bude ten nejlepší, nejlevnější, nejefektivnější, zaručí mu největší úsporu energie.

Protože dokončením stavebního díla investiční výdaje nekončí, každý objekt spotřebovává energii na vytápění, ohřev teplé vody, osvětlení a provoz dalších elektrických zařízení, bude investor každý rok vydávat nemalou sumu na úhradu nákladů s tím spojených. S ohledem na zvyšující se cenu energií bohužel tato suma rok co rok poroste.

Proto je každý investor postaven před otázku, zda mu stačí levné ekonomické řešení, nebo bude lepší si připlatit za kvalitnější provedení stavby z lepších materiálů, které mu zaručí nižší provozní náklady. Není jednoduché správně vyhodnotit, kdy a zda se investorovi jeho navíc vynaložené peníze vrátí. Za jak dlouho rozdíl v ceně takzvané protopí a zda má vůbec cenu investovat do dalších úsporných řešení, které jsou dnes na trhu běžně dostupné.

A jelikož není pro obyčejného stavebníka jednoduché se v dané problematice zorientovat, rozhodl jsem se v rámci své diplomové práce porovnat nejběžněji používané materiály a stavební konstrukce obvodových plášťů vhodných pro výstavbu rodinných domů.

Právě obvodový plášť totiž významnou měrou ovlivňuje nejen cenu realizace stavebního díla, ale díky svým tepelně izolačním vlastnostem do značné míry ovlivňuje tepelné ztráty objektu a tím i náklady na jeho vytápění. Zaměřím se nejen na náklady

realizace, ale posoudím i náklady na provoz objektu a vliv instalace dalších úsporných technologií na cenu objektu a na výši provozních nákladů v průběhu životnosti objektu. Doufám, že má práce nejen usnadní orientaci v nepřehledném množství stavebních materiálů vhodných pro výstavbu, ale pomůže případnému investorovi k získání povědomí o efektivnosti investice do dražších, ale kvalitnějších stavebních řešení a pomohu mu se rozhodnout, zda má význam investovat i do dalších technologií umožňujících úspory při provozování objektu.

2 Teoretická část

2.1 Investice

Z hlediska financování, účetnictví a daňových předpisů je možné rozlišit investice na tři základní skupiny: Finanční investice, hmotné (věcné, fyzické) investice a investice nehmotné (nemateriální).¹ Tématem mé diplomové práce je „Vyhodnocení vlivu materiálu na cenu stavebního díla a na další náklady při jeho provozování“. Z této skutečnosti vyplývá, že se budu podrobněji zabývat hmotnými investicemi. Dle Korytářové představuje investice vložení kapitálu do statků, které přinesou užitek v budoucnosti. Definuje investice jako obětování současné jisté hodnoty ve prospěch nejisté hodnoty budoucí.² Při stavebních investicích se jedná o pořízení budov či staveb.³ Stavby jsou vždy svázány se svým okolím, které svým charakterem dotváří. Rozhodně by však neměly svým případným vlivem škodit. Budují se proto, aby uspokojovaly potřeby lidí v oblasti bydlení, průmyslové výroby, zemědělství, dopravy, peněžnictví, obchodu, cestovního ruchu apod. Přinášejí jak ekonomické efekty (výnosy, zisk), tak i efekty neekonomické a ekonomicky nevyjádřitelný užitek. Všechny výše uvedené aspekty určují tzv. užitnou hodnotu stavby, která je tvořena:

- funkční hodnotou stavby
- reprezentační hodnotou stavby
- historickou hodnotou stavby
- estetickou hodnotou stavby

Kromě užité hodnoty, kterou přinášejí, plní stavby i ekonomickou funkci:

- jsou důležitým výrobním faktorem
- investice do staveb vytváří novou hodnotu a bývá obvykle návratná

¹ SYNEK, Miloslav, et al. *Manažerská ekonomika*. 3. vyd. Praha : Grada Publishing a. s. , 2003. 472 s. ISBN 80-247-0515-X

² KORYTÁROVÁ, Jana. *Hodnocení ekonomické efektivnosti stavebních investičních projektů*. Brno : Vutium, 2006. 30 s. ISBN 80-214-3171-7.

³ HEJDUKOVÁ, Amálie ; HRONÍKOVÁ, Marta . *BV 10 Financování stavební zakázky*. Brno : Fast, 2006. 71 s.

- stavby jsou z valné části v soukromém vlastnictví jak fyzických, tak i právnických osob. Vlastníci obvykle dbají na ekonomické využití staveb.
- hodnota staveb je základem pro vyměřování daní, z nichž je následně možno financovat společenské potřeby.⁴

Stavební zakázky mohou být z pohledu investora členěny na veřejné a soukromé.

V případě soukromé stavební zakázky je investorem fyzická nebo právnická osoba.

Vztahy mezi stavební dodavatelskou firmou a investorem jsou řízeny smlouvami uzavíranými na základě občanského nebo obchodního zákoníku. Veřejná zakázka je obecně stanovena zákonem č. 137/2006 Sb., o zadávání veřejných zakázek. Jejich realizace probíhá na základě smluvního vztahu mezi zadavatelem a jedním či více dodavateli.⁵ Stavbou se rozumí souhrn stavebních prací a dodávek strojního zařízení včetně montáží. Dále se může jednat o:

- nástavbu, při níž se nemění půdorys objektu
- přístavbu, při níž dochází ke změně půdorysu objektu
- rekonstrukci, která představuje zásah do majetku vedoucí ke změně účelu použití nebo změně technických parametrů
- modernizaci, jejímž prostřednictvím dochází k rozšíření vybavenosti nebo použitelnosti majetku.⁶

Rozhodování o investičních výdajích (výstavba, rekonstrukce, modernizace) je zároveň rozhodováním o nových stavebních materiálech, včetně izolačních prvků a využívání obnovitelných zdrojů energie (solární panely, tepelná čerpadla).⁷

Pořízení investic se účastní různé subjekty, mezi které patří:

- investor, který investici financuje,
- projektant, který zpracovává projekt a rozpočet i rozpočet investice

⁴ KORYTÁROVÁ, Jana; FRIDRICH, Jaroslav; PUCHÝŘ, Bohumil. *Ekonomika investic*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s. r. o. , 2002. 227 s. ISBN 80-214-2089-8.

⁵ HEJDUKOVÁ, Amálie ; HRONÍKOVÁ, Marta . *BV 10 Financování stavební zakázky*. Brno : Fast, 2006. 71 s.

⁶ BUCHTA, Miroslav. *Manažerská ekonomika*. 3. vyd. Pardubice : Tiskařské středisko Univerzity Pardubice , 2005. 191 s. ISBN 80-7194-726-155-702-05.

⁷ Stanovení nákladů budovy za dobu jejího užívání : Metodická příručka [online]. Praha : CityPlan s. r. o. , 2005 [cit. 2011-10-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.kr-olomoucky.cz/clanky/dokumenty/1356/priloha-2-lcc-metodicka-poirueka-19205.pdf>>.

- dodavatel, který provádí investiční výstavbu. Podle účasti na výstavbě rozlišujeme dodavatele na generálního, dodavatele stavby a dodavatele technologie a montáže. Dodavatele je možné rozdělit na hlavního dodavatele a subdodavatele.
- developer, neboli organizátor stavby. Je zprostředkovatelem mezi investorem a dodavateli,
- výrobce stavebního materiálu
- prodejce stavebního materiálu.⁸

Časový úsek od zrodu myšlenky o investici až po její likvidaci je nazýván investičním cyklem. Skládá se ze souboru činností a operací, které směřují k realizaci a využití investice. Investiční cyklus je možné rozdělit do následujících časových úseků:

- koncepční fáze, při níž se formulují základní představy o investici: objemové, dispoziční, lokalizační, finanční apod. Výstupem je formulace investičního záměru, který slouží jako podklad pro zásadní rozhodnutí investora o přípravě investice.
- předprojektová fáze. V tomto období se konkretizuje představa investora obsažená v investičním záměru. Ověřuje se zde ekonomická, prostorová, objemová, technická, finanční a časová reálnost investičního záměru. Výsledkem bývá technicko-ekonomický materiál, na jehož základě lze zpravidla vydat územní rozhodnutí.
- projektová fáze je časový úsek, v němž se zpracovává projektová dokumentace stavby.
- realizační fáze je obdobím, ve kterém probíhají vlastní stavební práce. Končí kolaudačním řízením.
- exploatační fáze je nejdelším úsekem investičního cyklu. Jeho délka je obvykle totožná s délkou životnosti stavby. V průběhu tohoto časového úseku často dochází ke změně užívání stavby, nejčastěji formou rekonstrukce.
- likvidační fáze, při níž je investice ekonomicky i fyzicky likvidována.⁹

⁸ BUCHTA, Miroslav. *Manažerská ekonomika*. 3. vyd. Pardubice : Tiskařské středisko Univerzity Pardubice , 2005. 191 s. ISBN 80-7194-726-155-702-05.

Hodnota, kterou stavba představuje, je nejvyšší na počátku existence stavby a postupem času se mění. Změny hodnot jsou způsobeny mnoha faktory jako např. změnou využití stavby, vlivem technického a ekonomického opotřebení apod. Změna ekonomických, sociálních a technologických podmínek je mnohem rychlejší nežli fyzická životnost staveb. Stanovení současné hodnoty staveb je potřebné v okamžiku:

- prodeje stavby
- před zahájením stavebních zásahů na stavbě
- žádání o poskytnutí hypotečního úvěru
- darování nebo dědění.

Současná hodnota je vyjádřena:

- administrativní cenou
- cenou účetní
- cenou tržní.¹⁰

Investice představují odloženou spotřebu za účelem získání budoucích užiteků. Investor obětuje svůj **současný** důchod za příslib **budoucího** důchodu s cílem dosažení zisku. Z **finančního** hlediska se při rozhodování o investicích jedná o to, jaké zdroje budou využity při hrazení investice (vlastní zdroj, cizí zdroj...) a jaká bude její efektivnosti v případě použití různých zdrojů. Primárními **kritérii pro posuzování investice** je její:

- **výnosnost** neboli rentabilita, jež určuje vztah mezi výnosy (cash flow), které daná investice za dobu své životnosti přinese, a náklady na její pořízení a provoz.
- **rizikovost**, která vyjadřuje stupeň nebezpečí, že nebude dosaženo očekávaných výnosů
- **doba splacení** neboli likvidita, která je ukazatelem rychlosti přeměny investice zpět do peněžní formy.

⁹ KUTA, Vítězslav. *Investiční proces a jeho technicko organizační aspekty*. 1. vyd. Ostrava : Ediční středisko VŠB, 1998. 62 s. ISBN 80-7078-522-5.

¹⁰ KORYTÁROVÁ, Jana; FRIDRICH, Jaroslav; PUCHÝŘ, Bohumil. *Ekonomika investic*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s. r. o. , 2002. 227 s. ISBN 80-214-2089-8.

2.2 Hodnocení efektivnosti investic

Efektivnost (E) je možné definovat jako účinnost prostředků, které byly vloženy do investice hodnocenou z hlediska užitečného výsledku. Obecně je vyjádřena poměrem výstupu a vstupů. Vyjadřuje poměr dosaženého užitku (U_k) k vloženým nákladům (I).¹¹

Postup hodnocení efektivnosti investic je složen z následujících kroků:

- určení kapitálových výdajů na investici
- odhad budoucích čistých peněžních příjmů, které by měla daná investice přinést a odhad rizik, s nimiž jsou tyto příjmy spojeny
- určení „nákladů na kapitál“ vlastního podniku
- vypočtení současné hodnoty očekávaných výnosů a její srovnání s kapitálovými výdaji na investici.¹²

Vlastník či pověřený správce budovy by měl evidovat, vyhodnocovat a optimalizovat celkové výdaje po celou dobu životnosti budovy. Celkové výdaje po celou dobu životnosti budovy jsou tvořeny součtem investičních výdajů, výdajů spojených s provozem a opravami, výdajů na údržbu, administrativních výdajů a výdajů na likvidaci.

$$C_v = I_v + A_v + P_v + Ú_v + L_v$$

I_v -investiční výdaje

C_v -celkové výdaje

A_v -administrativní výdaje

P_v -provozní výdaje

$Ú_v$ -údržbové výdaje

L_v -výdaje na likvidaci

Diskontováním budou získány současné hodnoty těchto nákladů za dobu funkční životnosti budovy a jejich součet.¹³

¹¹ HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika a management 13 : Stavební dílo - přednášky - sešit B1*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2004. 82 s.

¹² SYNEK, Miloslav, et al. *Manažerská ekonomika*. 3. vyd. Praha : Grada Publishing a. s. , 2003. 472 s. ISBN 80-247-0515-X, s. 293, 294

¹³ *Stanovení nákladů budovy za dobu jejího užívání : Metodická příručka* [online]. Praha : CityPlan s. r. o. , 2005 [cit. 2011-10-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.kr-olomoucky.cz/clanky/dokumenty/1356/priloha-2-lcc-metodicka-pourueka-19205.pdf>>.

Rozlišujeme:

- ekonomickou efektivnost, která je vyjádřena ukazateli v peněžním vyjádření.
- sociálně ekonomickou efektivnost, která zohledňuje i mimoekonomické vlivy (externality), jako jsou vlivy environmentální, zdraví či bezpečnost.¹⁴

2.2.1 Ekonomická efektivnost

„Při investování jde o přeměnu peněžních výdajů na věcné předpoklady budoucích peněžních výnosů (budoucí funkce zařízení).“¹⁵ Ekonomická efektivnost srovnává vloženou investici s očekávanými čistými výnosy, které by měla investice v budoucnu přinést. Tento přínos je měřen v peněžních jednotkách. Čistý výnos z investice je nárůst čistého nerozděleného zisku a odpisů, které získá stavební investor v tržbách.

Nazýváme jej netto cash flow nebo též provozní cash flow. Aby mohla být ekonomická efektivnost hodnocena, je potřeba znát výši výdajů na pořízení stavby a odhadnout budoucí peněžní příjmy (= netto CF). Netto cash flow je současně budoucí hodnotou očekávaných čistých příjmů.¹⁶ Vstupní informací pro výpočet cash flow jsou:

- platby objednatele
- náklady, které zhotovitel vynakládá na stavbu. Při výpočtu plánovaného cash flow je základním východiskem časový plán, ve kterém jsou činnostem přiřazeny plánované náklady. Při výpočtu skutečného cash flow jsou východiskem údaje z účetní evidence
- lhůta splatnosti.¹⁷

¹⁴ HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika a management 13 : Stavební dílo - přednášky - sešit B1*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2004. 82 s.

¹⁵ KOUDELA, Vladimír; SCHEJBALOVÁ Vladimíra. *Ekonomická efektivnost investic*. 1. vydání. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2000, 86 s. ISBN 80-7078-825-9

¹⁶ HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika a management 13 : Stavební dílo - přednášky - sešit B1*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2004. 82 s.

¹⁷ JELEN, Václav. *Ekonomika stavebního díla 40: Příprava a řízení staveb*. 2. přepracované vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004, 173 s. ISBN 80-01-02965-4.

2.2.2 Sociálně ekonomická efektivnost

Sociálně ekonomická efektivnost měří užitek samotné investice pro investora (obecně internality) a vliv investice a investora na okolí (obecně externality, tzn. životní prostředí, ekonomické okolí, sociální a kulturní prostředí, zdraví a bezpečnost). „Snahou je internalizovat externality a tím odlehčit okolí investice od nároků“.¹⁸

2.3 Ukazatele ekonomické efektivnosti investic

Žídková uvádí, že pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic je nutné znát budoucí výnosy a náklady. Jejich velikost závisí na budoucí produkci a budoucích cenách vstupů a výstupů. Ke zjišťování výnosů a nákladů investice se používají následující metody:

- metoda odhadu – při stanovení nákladů a výnosů se vychází z odborných zkušeností. Východiskem je znalost současného a minulého stavu a zároveň se přihlíží k očekávaným změnám.
- metoda analogie zkoumá a hodnotí výsledky dosažené v jiných podnicích s podobnými podmínkami. Přejaté informace jsou základem pro stanovení budoucích hodnot.
- metoda extrapolace vychází z údajů známých z minulých let. Je uplatňována např. při určování cen vstupů, cen výstupů, mezd, spotřeby materiálu, energie, celkových nákladů a výnosů. Prostřednictvím metod regresní a korelační analýzy jsou odvozeny budoucí hodnoty pro plánované období.
- metoda konstrukce, jejíž pomocí se modeluje postupně budoucí stav. Získávají se údaje o spotřebě materiálu, práce, energie a ostatních nákladových položkách. Spojením cen a technických údajů jsou získány náklady a výnosy v peněžním vyjádření.

Při řešení problému mohou být výše uvedené metody kombinovány.¹⁹

Mezi základní ukazatele ekonomické efektivnosti investic řadíme:

¹⁸ HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika a management 13 : Stavební dílo - přednášky - sešit B1*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2004. 82 s.

¹⁹ ŽÍDKOVÁ, Dana. *Investice a dlouhodobé financování*. 4. vyd. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 180 s. ISBN 978-80-213-1636-2

- Prostou dobu návratnosti (Pay Back Metod, PB)
- Ukazatele respektující časovou hodnotu peněz
 - Diskontovanou dobu návratnosti (Pay Off, PO);
 - Čistou současnou hodnotu (Net Present Value, NPV);
 - Index rentability (Profitability Index, PI);
 - Vnitřní výnosové procento (Internal Rate of Return, IRR).²⁰

2.3.1 Prostá doba návratnosti

Prostou dobou návratnosti je chápán počet let, za něž projekt vytvoří peněžní toky (CF) ve výši investovaných nákladů projektu. Investiční projekt je přijatelný v případě, že je ukazatel prosté doby návratnosti větší nežli je předpokládaná životnost investice.²¹

2.3.2 Diskontovaná doba návratnosti

Diskontovaná doba návratnosti bere v úvahu časovou hodnotu peněz. Porovnává diskontované cash flow s počátečními investičními náklady.

Nevýhodou ukazatelů doby návratnosti je, že neberou v úvahu peněžní toky, které vznikají po době návratnosti. Tím by mohlo dojít k situaci, kdy bude vybrána investice více likvidní, ale méně efektivní.²²

2.3.3 Čistá současná hodnota

Čistá současná hodnota (Net Present Value, NPV) vyjadřuje přírůstek zdrojů, který vzniká z investice do reálných aktiv. Hodnota peněžních prostředků se v průběhu času mění a proto není možné toky budoucích čistých výnosů v jednotlivých letech prostě

²⁰ KORYTÁROVÁ, Jana. *CV 05 Investování: Modul M01*. Brno: Fast, 2009.130 s.

²¹ KORYTÁROVÁ, Jana. *CV 05 Investování: Modul M01*. Brno: Fast, 2009.130 s.

²² KORYTÁROVÁ, Jana. *CV 05 Investování: Modul M01*. Brno: Fast, 2009.130 s.

sčítat. Je potřeba provést jejich převod na jejich současnou hodnotu (Present Value, PV). Převod je možné provést pomocí následující rovnice:

$$\sum_{i=1}^n \frac{R_i}{(1+r)^i}$$

PV ... současná hodnota v Kč

R ... čisté výnosy v jednotlivých letech v Kč

i ... jednotlivé roky hodnoceného období od 1 do n

n ... délka hodnoceného období v letech

r ... diskontní sazba v %/100.

Poté je potřeba porovnat současnou hodnotu budoucích čistých výnosů s počátečním investičním nákladem:

$$NPV = PV - IC$$

NPV ... čistá současná hodnota v Kč

IC ... investiční náklad v Kč

Všechny hodnoty, které dosáhnou kladné nebo nulové čisté současné hodnoty mohou být akceptovány. Naopak ty, které mají čistou současnou hodnotu zápornou, odmítnuty. V případě, že hodnoty čistých ročních výnosů v jednotlivých letech budou konstantní, je možné použít následující vzorec:

$$NPV = R \times \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} - IC$$

Tento způsob výpočtu je možné uplatnit např. pro projekty, které řeší problematiku energetické úspory staveb.²³

Celkovou současnou hodnotu investice ovlivňuje:

- výše budoucích výnosů, které předpokládáme v jednotlivých letech využívání,
- rozložení výnosů v průběhu sledovaného období,
- celkové období hodnocení investice,
- výše úrokové míry či míry inflace nebo výnosnosti dané investice.²⁴ Inflace jako všeobecný růst cenové hladiny způsobuje znehodnocování financí. Ovlivňuje

²³ KORYTÁROVÁ, Jana. *Hodnocení ekonomické efektivnosti stavebních investičních projektů*. Brno : Vutium, 2006. 30 s. ISBN 80-214-3171-7.

²⁴ ŽÍDKOVÁ, Dana. *Investice a dlouhodobé financování*. 4. vyd. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 180 s. ISBN 978-80-213-1636-2

především investice s delší životností. Inflace působí na výši kapitálových výdajů, příjmy a náklady projektu a diskontní sazbu.²⁵ Míra inflace a úroková míra se navzájem ovlivňují a to tím způsobem, že čím vyšší je inflace, tím vyšší jsou zpravidla i úrokové sazby. Úroková míra je rozlišována na nominální a reálnou. Nominální míra je složena z míry reálné a z inflační premie. Inflační premii se rozumí přírůžka na působení inflace ve stanoveném období (obvykle jeden rok). Reálná úroková míra je taková míra, za kterou by bankovní instituce půjčovaly finance, kdyby inflace nebyla. Pokud by byla při převádění budoucích výnosů na současnou úroveň použita nominální úroková míra, je zohledněn jak faktor času, tak i inflace. V případě reálné úrokové míry by bylo potřeba odúročené výnosy ještě deflatovat.²⁶

2.3.4 Index rentability

Index rentability vychází ze stejných principů jako čistá současná hodnota – z výpočtu diskontovaných peněžních příjmů. Vypovídá o efektivnosti vynaložených investičních nákladů. Tato informace má význam zejména v případě vzájemného porovnávání projektů mezi sebou. Investor získá odpověď na otázku, zda je lepší investovat do více malých projektů či do jednoho velkého. Index rentability udává poměr čisté současné hodnoty (NPV) a investičních nákladů (IC). Investiční projekt je možné považovat za přijatelný v případě, že výsledný ukazatel má kladnou hodnotu. Čím je jeho hodnota vyšší, tím je projekt lepší.²⁷

2.3.5 Vnitřní výnosové procento

²⁵ KOUDELA, Vladimír; SCHEJBALOVÁ Vladimíra. *Ekonomická efektivnost investic*. 1. vydání. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2000, 86 s. ISBN 80-7078-825-9

²⁶ ŽÍDKOVÁ, Dana. *Investice a dlouhodobé financování*. 4. vyd. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 180 s. ISBN 978-80-213-1636-2.

²⁷ KORYTÁROVÁ, Jana. *CV 05 Investování: Modul M01*. Brno: Fast, 2009. 130 s.

Vnitřním výnosovým procentem (IRR) rozumíme výnosnost v procentech projektu za celé hodnocené období. Je možné je definovat jako výnos, při němž projektované peněžní toky vykazují právě nulovou čistou součastnou hodnotu.²⁸

Čistá současná hodnota je vyjádřením celkového množství výnosů, vnitřní výnosové procento vyjadřuje poměrný výnos. Udává průměrný procentní nárůst hodnoty investované částky za celou dobu provozu projektu. Pokud je délka kapitálových výdajů delší než jeden rok, je zde nutné též uplatnit faktor času diskontováním nebo úročením. Pro podnikatele jsou přijatelné takové projekty, u nichž je IRR vyšší než požadovaná míra výnosnosti investic na kapitálovém trhu. Kritérium IRR je v praxi často využíváno samostatně nebo současně s čistou součastnou hodnotou, zejména pro srovnání variant.²⁹

2.4 Ukazatele finanční proveditelnosti

„Pro posouzení finanční stability projektu slouží ukazatele zadluženosti a likvidity, výnosnost projektu je posuzována na základě ukazatelů aktivity a rentability.“

Základním východiskem při hodnocení projektu z finančního hlediska je získání odpovědi na otázku jeho krátkodobé i dlouhodobé financovatelnosti. Ukazatele rentability kapitálu vyjadřují poměr zisku dosaženého v podnikání s výší podnikových zdrojů, kterých bylo použito k jeho dosažení. Ukazatele rentability:

- **Rentabilita vlastního kapitálu** (Return of Equity, ROE) měří výkonnost vlastního kapitálu vloženého do projektu vlastníky. Jeho hodnota má rostoucí tendenci s růstem celkového zisku, se snižováním daní a úroků. Hodnoty tohoto ukazatele by měly být v dlouhodobém horizontu vyšší než úroky, které by vlastníci získali při jiné formě investování. S vyšší mírou výnosnosti souvisí vysoká míra rizika, které vlastníci podstupují. Zadluženost podniku zásadním způsobem ovlivňuje hodnoty ukazatele. S rostoucí zadlužeností nastává při stejné výši zisku růst rentability, ale také zároveň růst finančního rizika podniku.

²⁸ KORYTÁROVÁ, Jana. *Hodnocení ekonomické efektivnosti stavebních investičních projektů*. Brno : Vutium, 2006. 30 s. ISBN 80-214-3171-7.

²⁹ KOUDELA, Vladimír; SCHEJBALOVÁ Vladimíra. *Ekonomická efektivnost investic*. 1. vydání. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2000, 86 s. ISBN 80-7078-825-9

- **Rentabilita celkového kapitálu** (Return of Assets, ROA) vyjadřuje celkovou efektivnost všech zdrojů vynaložených na financování projektu.
- **Rentabilita dlouhodobě investovaného kapitálu** (Return on Investment, ROI) umožňuje posoudit výnosnost dlouhodobě investovaného kapitálu.³⁰

2.5 Diskontní sazba

Korytářová uvádí, že „diskontní sazba projektu představuje očekávanou výnosnost projektu investorem. Kromě faktoru výnosnosti (časové hodnoty peněz) v sobě zahrnuje i riziko spojené s investovaným kapitálem.“ Pomocí diskontní sazby je možné při posuzování finanční či ekonomické efektivnosti zohlednit časovou hodnotu peněžních toků po dobu celého životního cyklu investičního projektu.

Funkce diskontní sazby:

- Technická funkce diskontní sazby, která slouží pro přepočet částky, jenž má být vydána či přijata na současnou hodnotu této částky.
- Ekonomická funkce diskontní sazby. V tomto případě slouží diskontní sazba jako míra výnosnosti, kterou investor očekává při akvizici budoucího peněžního toku a zohledňující riziko spojené s možností získání tohoto výnosu.

Velikost diskontní sazby je možné za určitých okolností nastavit ve výši podnikových nákladů kapitálu. Lze to v případě, kdy se míra rizika projektu přibližuje podnikatelskému riziku podniku a zároveň financování projektu výrazně neovlivní jeho kapitálovou strukturu. Pokud nebude dodržena tato podmínka, je nutné diskontní sazbu dále upravit, aby nenastala situace, kdy je investice s vyšší mírou výnosnosti, než je ta podniková, ale zároveň s vyšší mírou rizika přijata a naopak méně výnosné bezrizikové investice odmítnuty³¹

Kohout vyjadřuje diskontní míru následujícím vzorcem:

$$\text{Diskontní míra} = (1 + \text{úroková míra}) \times (1 + \text{riziková prémie}) - 1$$

³⁰ KORYTÁŘOVÁ, Jana. *CV 05 Investování: Modul M01*. Brno: Fast, 2009.130 s.

³¹ KORYTÁŘOVÁ, Jana. *CV 05 Investování: Modul M01*. Brno: Fast, 2009.130 s.

Úroková míra je vztažena vždy k období n , to znamená, že svoji roli hrají všechny úrokové míry, jak krátkodobého, tak i dlouhodobého charakteru a to po celé délce výnosové křivky. Riziková premie představuje dodatečný výnos, který investor očekává v porovnání s bezrizikovou investicí. Investice do nemovitostí jsou totiž spojeny s vysokou mírou rizika. Výše rizikové premie má proměnlivý charakter.³²

2.6 Stanovení rizika investičních projektů

„Cílem všech investičních projektů je získání vyšší budoucí hodnoty, výnosnosti vložených investičních prostředků.“ Výhodnost daného investičního projektu musí být stanovena již v předinvestiční fázi projektu. Významným prvkem investičních rozhodnutí jsou hypotézy možných budoucích situací, které ovlivňují výsledky projektu.³³

Jednotlivé fáze výstavby se měří na měsíce. Od vlastního záměru k vlastní realizaci obvykle uplyne jeden rok, u rozsáhlejších projektů i více let. Vzhledem k dlouhodobosti projektu vzniká řada nejistot a z nich vyplývajících rizik. Patří k nim:

- rizika věcného charakteru
- rizika časového charakteru (např. rychlé zastarávání)
- rizika mikroekonomického charakteru (nižší zisk nežli se původně předpokládalo a z toho vyplývající potíže se splácením úvěru)
- rizika makroekonomického charakteru (inflace, politická a sociální situace)³⁴

Korytářová dále rizika člení na:

- externí, nepředvídatelná – např. změny v legislativě, přírodní katastrofy,
- externí, předvídatelná, ale nejistá – tržní rizika, inflace, změna měnového kurzu, daňový systém atd.,
- interní netechnická – např. řízení projektu, časový harmonogram, cash flow atd.

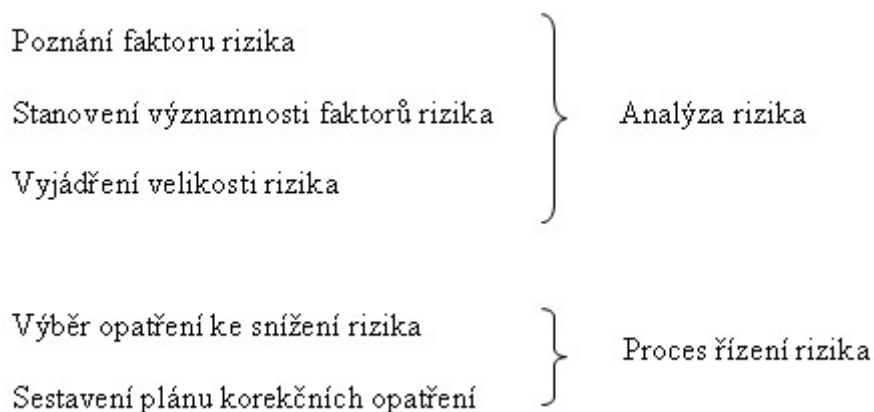
³² KOHOUT, Pavel. *Investiční strategie pro třetí tisíciletí*. 3. rozšířené vyd. . Praha : Grada Publishing, 2003. 276 s. ISBN 80-247-0560-5.

³³ KORYTÁŘOVÁ, Jana. *CV 05 Investování: Modul M01*. Brno: Fast, 2009. 130 s.

³⁴ HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika stavebního díla : Stavební ekonomika - část III.*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1998. 70 s. ISBN 80-01-01425-8.

- technická – změny v technologiích, rizika projektu, velikost projektované a skutečné kapacity atd.
- právní – licence, patenty, řešení sporů atd.³⁵

Aby bylo možné omezit důsledky rizika na ekonomický efekt investice, je důležitý proces **řízení rizika**. Skládá se z následujících částí:



Techniky měření velikosti rizika investic jsou založené na matematicko-statistických metodách.³⁶

Ke krytí rizik jsou vytvářeny rezervy. Jsou zřizovány na začátku výstavbového projektu, aby z nich mohlo být v průběhu projektu čerpáno. Nejvíce rizikovou částí projektu je fáze užívání, tj. zdali výstavbový projekt po uvedení do provozu splňuje očekávané efekty.

Ekonomická úspěšnost projektu je dána mírou, do které se podaří odhadnout rizika a dokončit stavbu se správnými technickými vlastnostmi, ve správném okamžiku i místě a za správných ekonomických podmínek.³⁷

³⁵ KORYTÁROVÁ, Jana. *Hodnocení ekonomické efektivnosti stavebních investičních projektů*. Brno : Vutium, 2006. 30 s. ISBN 80-214-3171-7

³⁶ ŽÍDKOVÁ, Dana. *Investice a dlouhodobé financování*. 4. vyd. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 180 s. ISBN 978-80-213-1636-2.

³⁷ HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika stavebního díla : Stavební ekonomika - část III.*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1998. 70 s. ISBN 80-01-01425-8.

3 Zdroje financování stavební zakázky

Finanční teorie uplatňuje zásadu financování dlouhodobého majetku dlouhodobými zdroji. Financování formou krátkodobých zdrojů s sebou nese riziko finanční tísně související se splatností krátkodobých zdrojů.³⁸ Platební neschopností by mohla být ohrožena stabilita celé investice. Dlouhodobý majetek je málo likvidní a často špatně prodejný. S jeho případným prodejem mohou být spojeny nemalé transakční náklady. Financování výstavby vychází:

- ze znalosti plánované výše celkových nákladů na pořízení stavby vyčíslených v rozpočtu
- z cash flow, tzn. z finančního plánu toku hotovosti

Finanční prostředky na financování výstavby jsou obvykle získávány sdružováním finančních prostředků z více zdrojů (vlastníka projektu, veřejných rozpočtů, bank a ostatních peněžních ústavů a fondů a od sponzorů).³⁹

Židková rozděluje zdroje financování:

- dle vlastnického původu: na vlastní zdroje a cizí zdroje
- dle způsobu nebo místa získání: na interní a externí
- dle doby působení: na dlouhodobé a krátkodobé zdroje
- dle místa původu: domácí a zahraniční.⁴⁰

Hejduková a Hroníková rozdělují hlavní zdroje dlouhodobého financování na interní, externí. Mezi **interní zdroje** patří nerozdělený zisk, odpisy a dlouhodobé rezervy. Financování pomocí interních finančních zdrojů je též nazýváno jako samofinancování. Ve vyspělých státech tvoří rozhodující podíl na financování investic do fixního majetku. **Externími zdroji** financování jsou základní kapitál, dlouhodobé úvěry, obligace, finanční leasing, investiční dotace atd. Externí zdroje jsou mnohem rozmanitější nežli interní. Jejich rozmanitost je dána rozvojem a inovacemi na finančních trzích. Financování z externích zdrojů umožňuje přesněji

³⁸ HEJDUKOVÁ, Amálie ; HRONÍKOVÁ, Marta . *BV 10 Financování stavební zakázky*. Brno : Fast, 2006. 71 s.

³⁹ HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika a management 13 : Stavební dílo - přednášky - sešit B1*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2004. 82 s.

⁴⁰ ŽÍDKOVÁ, Dana. *Investice a dlouhodobé financování*. 4. vyd. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 180 s. ISBN 978-80-213-1636-2.

reagovat na situaci na trhu. Jsou-li náklady spojené s pořízením externích zdrojů nižší než rentabilita celkového kapitálu, zvyšuje se efektivnost podnikání růstem rentability vlastního kapitálu. Zapojení externích zdrojů financování s sebou však přináší i problémy. Zvyšuje se počet společníků či věřitelů, kteří se podílejí na rozhodování podniku. S věřiteli dochází k navýšení zadlužení podniku, a tím se zvyšují náklady spojené se získáním cizích zdrojů (úroky, ručení majetkem atd.).⁴¹ Hajčkalová doplňuje, že je možné použít i modelů společného financování ze soukromých a veřejných zdrojů financování PPP – Public private partnership. Dále je možné užít i další typy systémů společného financování:

- DBFO – design, build, finance and operate,
- BOO – build, own and operate,
- BOOT – build, own, operate and transfer.⁴²

Každý finanční zdroj s sebou nese určité náklady, které mají do jisté míry vliv na rentabilitu projektu. V okamžiku rozhodování o způsobu financování investic je důležité zvažovat následující aspekty:

- daňové úspory: odpisový, úrokový a leasingový daňový štít a další různá zvýhodnění při pořizování investic
- úrokové sazby dlouhodobých úvěrů a režim jejich splácení
- sazby daňových odpisů a způsob odepisování dlouhodobého majetku po dobu jeho životnosti
- leasingové splátky
- faktor času, který je vyjádřen zvolenou diskontní sazbou určenou pro přepočty cash flow spojeného s jednotlivými způsoby financování
- požadavky na dotační zdroje.⁴³

⁴¹ HEJDUKOVÁ, Amálie ; HRONÍKOVÁ, Marta . *BV 10 Financování stavební zakázky*. Brno : Fast, 2006. 71 s

⁴² HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika a management 13 : Stavební dílo - přednášky - sešit B1*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2004. 82 s.

⁴³ KORYTÁROVÁ, Jana. *Hodnocení ekonomické efektivnosti stavebních investičních projektů*. Brno : Vutium, 2006. 30 s. ISBN 80-214-3171-7.

4 Cena

Cena je jedním z nejvýznamnějších nástrojů tržního hospodářství. Cena je nástrojem:

- řízení národního hospodářství
- investiční politiky státu
- marketingu – pro dodavatele – zhotovitele⁴⁴

Pro oceňování stavební produkce jsou závazné následující zákony a předpisy:

- zákon o cenách a jeho prováděcí předpisy
- zákon o DPH
- zákon o veřejných zakázkách
- cenový věstník MF ČR
- finanční zpravodaj MF ČR⁴⁵

4.1 Tvorba cen

Hlavní determinantou cenové tvorby jsou náklady. Nutnost pozorného sledování nákladů je dána globalizací konkurence a změnami základních rysů hospodářské soutěže. Znalost struktury a dynamiky nákladů vytváří základní informační vstup nezbytný pro efektivní rozhodování v oblasti cenotvorby. Důležitá je schopnost předvídání budoucích nákladů a správná alokace nákladů současných. Výchozím krokem může být stanovení dosavadních vzájemných vztahů mezi nákladovými druhy a následné prognózování výše nákladů u těch druhů, u nichž se předpokládá změna. Při cenotvorbě je tedy nutné respektovat výši vstupních nákladů, koncipovat cenu s ohledem na poptávku po daném druhu nemovitosti a přizpůsobit cenu konkurenci.⁴⁶

⁴⁴ KADLČÁKOVÁ, Anna. *Ekonomika ve stavebnictví 20 : Ceny, náklady, kalkulace*. 1. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2002. 206 s. ISBN 80-01-02436-9.

⁴⁵ HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika a management 13 : Stavební dílo - přednášky - sešit B1*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2004. 82 s.

⁴⁶ KADLČÁKOVÁ, Anna. *Ekonomika ve stavebnictví 20 : Ceny, náklady, kalkulace*. 1. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2002. 206 s. ISBN 80-01-02436-9.

4.1.1 Tvorba ceny soukromého statku

Předpokladem působení cenového mechanismu v soukromém sektoru je existence tržní ekonomiky eventuelně alespoň některých tržních sil ve smíšené ekonomice. Rozhodnutí o rozdělení zdrojů a množství produkce je stanoveno na základě cen, které se ustálí v procesu dobrovolné směny mezi spotřebiteli a výrobcí na trhu výrobků a služeb nebo mezi výrobcí a vlastníky výrobních faktorů na trhu výrobních faktorů. „Každý jednotlivec (poptávající) je price-taker, tedy činitel, který akceptuje ceny. V bodě interakce nabídky a poptávky vznikne rovnovážná cena P . Nabídka je v tomto případě definována mezními náklady (MC). Každý jednotlivec se setkává se stejnou tržní cenou za určitou úroveň tržního výstupu soukromého statku, platí tedy: $P_A = P_B = P = MC$ “⁴⁷

4.1.2 Tvorba ceny veřejného statku

„Celkovou poptávku po veřejném statku lze odhadnout jako součet poptávek jednotlivých spotřebitelů. U veřejného statku jsou sčítány vertikálně individuální poptávkové křivky, protože při nerivalitě je každá jednotka statku přístupná všem osobám (A i B). „Optimální úroveň výstupu odpovídá bodu, ve kterém křivka D protíná křivku mezních nákladů (MC). V tomto bodě se společenský náklad dodatečné jednotky výstupu právě rovná částce, kterou je společnost ochotna za tuto jednotku zaplatit. Optimální cenu (P) lze zapsat následující rovnicí: $P_A + P_B = P = MC$ “⁴⁸

4.1.3 Nákladově orientovaná tvorba cen

Nákladově orientovaná tvorba ceny vychází z kalkulace veškerých nákladů, k nimž je přičtena předem stanovená zisková přírážka. V ceně nebývají zahrnuty vlivy tržní poptávky, vliv konkurence a možných rizik. Nákladově orientovaná tvorba cen má řadu nedostatků, mezi něž řadíme ignorování tržního prostředí, přehlížení konkurenčních sil, chybné a nebo zkreslené nákladové informace, fenomén logického kruhu, zanedbání

⁴⁷ KORYTÁROVÁ, Jana. *Hodnocení ekonomické efektivnosti stavebních investičních projektů*. Brno : Vutium, 2006. 30 s. ISBN 80-214-3171-7, s. 8-9

⁴⁸ KORYTÁROVÁ, Jana. *Hodnocení ekonomické efektivnosti stavebních investičních projektů*. Brno : Vutium, 2006. 30 s. ISBN 80-214-3171-7, s. 9

významu ceny jako strategické varianty. Nákladově orientovaná tvorba cen je oblíbená z následujících důvodů:

- náklady hrají při určování ceny jednu z hlavních rolí
- o nákladech je možné získat snadno dostupná data
- vedení firmy zpravidla určuje míru ziskovosti na základě požadované návratnosti investic a rentability nákladů
- jedná se o celoodvětvově přijatou praxi.

4.1.4 Poptávkově orientovaná tvorba cen

Při poptávkově orientované tvorbě cen není kladen důraz pouze na náklady na investici, ale je přihlíženo především k poptávce po dané komoditě. Nezbytným předpokladem je znalost struktury poptávky. Odhad poptávky je obtížný, je potřeba znát všechny tržní síly, které mohou mít vliv na množství produkce realizované na daném trhu. K odhadu poptávky je možné použít expertní odhady, analýzu minulých dat, zjišťování postojů zákazníků, průzkum trhu.

4.1.5 Konkurenčně orientovaná tvorba cen

U konkurenčně orientované tvorby cen jsou ceny odvozovány do úrovně cen konkurence. Společnost musí sledovat reakce konkurence na stanovenou cenu a cenu následně upravovat dle své potřeby a možností.

4.1.6 Odvození ceny

Odvození ceny z jiných cen, již oceněných předmětů, je možné použít v případě, že se jedná o získání ceny předběžné, u které upřednostňujeme rychlý výsledek ocenění, v případě, že podmínky a požadavky nejsou zcela konkrétně vyjasněny. Při odvození ceny se nevyhneme určitým nedostatkům vyplývajícím z předchozího oceňování.

Pomocí odvození je možné cenu stanovit:

- metodami cenového porovnání – cenovými normativy, stavebnicovým způsobem, kalkulačním porovnáním,

- parametrickými způsoby tvorby cen - cenovými řadami, cenovými ukazateli, bodovacím způsobem, vícenásobnou regresí, analýzou hlavních komponent s regresí na hlavních komponentách,
- odvozením ze zahraničních cen – odvozením z ceny dovozu nebo vývozu, odvozením ze zahraničních cenových relací.⁴⁹

4.2 Význam nákladů a kalkulací nákladů pro tvorbu cen

Základní informační vstup pro efektivní rozhodování v oblasti cenotvorby představuje znalost struktury a dynamiky nákladů. Základní otázka zní, jaká cena pokryje vynaložené náklady a zajistí přiměřenou návratnost investic. Předpokladem pro efektivní cenovou tvorbu je poznání a stanovení složek nákladů jak v kalkulačním členění, tak i v členění na složky fixních a variabilních nákladů.⁵⁰

4.2.1 Náklady na pořízení stavby

Hačková uvádí, že základem nákladů na pořízení stavby je cena za zhotovení stavby. Od této ceny se obvykle odvozuje cena projektových prací a inženýrských služeb a další skupiny nákladů. Mezi hlavní náklady na pořízení stavby řadíme:

- náklady na marketingové a jiné průzkumy
- náklady na organizaci a řízení výstavbového projektu
- pojištění, cla, daně a ostatní poplatky
- cena za inženýrské služby a konzultační činnost
- cena za projektové práce
- cena za zhotovení stavby
- náklady na pořízení strojů, zařízení a inventáře
- náklady související s uvedením stavby do provozu

⁴⁹ KADLČÁKOVÁ, Anna. *Ekonomika ve stavebnictví 20 : Ceny, náklady, kalkulace*. 1. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2002. 206 s. ISBN 80-01-02436-9.

⁵⁰ KADLČÁKOVÁ, Anna. *Ekonomika ve stavebnictví 20 : Ceny, náklady, kalkulace*. 1. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2002. 206 s. ISBN 80-01-02436-9.

- úroky z úvěrů
- finanční rezerva ke krytí rizik, na nepředvídané náklady a inflaci.⁵¹

Plánování pořizovacích nákladů probíhá ve fázi záměru na základě plánování času a odhadu potřebných zdrojů a prostředků. Lze je rozdělit následovně:

- **rámcové náklady** – jsou stanoveny na základě architektonické studie stavby. Jejich výše je závislá na požadované kvalitě, účelu a rozsahu potřeb. Stanovují se pomocí cenových ukazatelů (např. Kč/m²) s ohledem na místo a čas uvedení do provozu.
- **odhad nákladů** – pro odhad nákladů je rozhodující dokumentace k územnímu řízení. Jedná se o rámcové náklady zpřesněné na základě vypracovaného stavebního programu, který vychází z objemového a dispozičního řešení stavby.
- **propočet nákladů** – podkladem je projekt stavby ke stavebnímu řízení. Tento propočet je stanoven na základě podrobného členění do stavebních konstrukcí (základy, suterén, hrubá stavba atd.), jejich množství a cenového ohodnocení.
- **nabídkový rozpočet** – pro nabídkový rozpočet je podkladem projekt stavby pro stanovení dodavatele rozšířený o výkaz výměr. Stavba je zde podrobně rozčleněna do jednotlivých rozpočtových položek. Na základě nabídkového rozpočtu je stanovena smluvní cena.

Po ukončení realizace jsou vyčísleny skutečné pořizovací náklady.⁵²

4.2.2 Individuální výrobní kalkulace nákladů

Z hlediska časového průběhu přípravy a zhotovení stavebního díla je možné rozlišit následující druhy kalkulace:

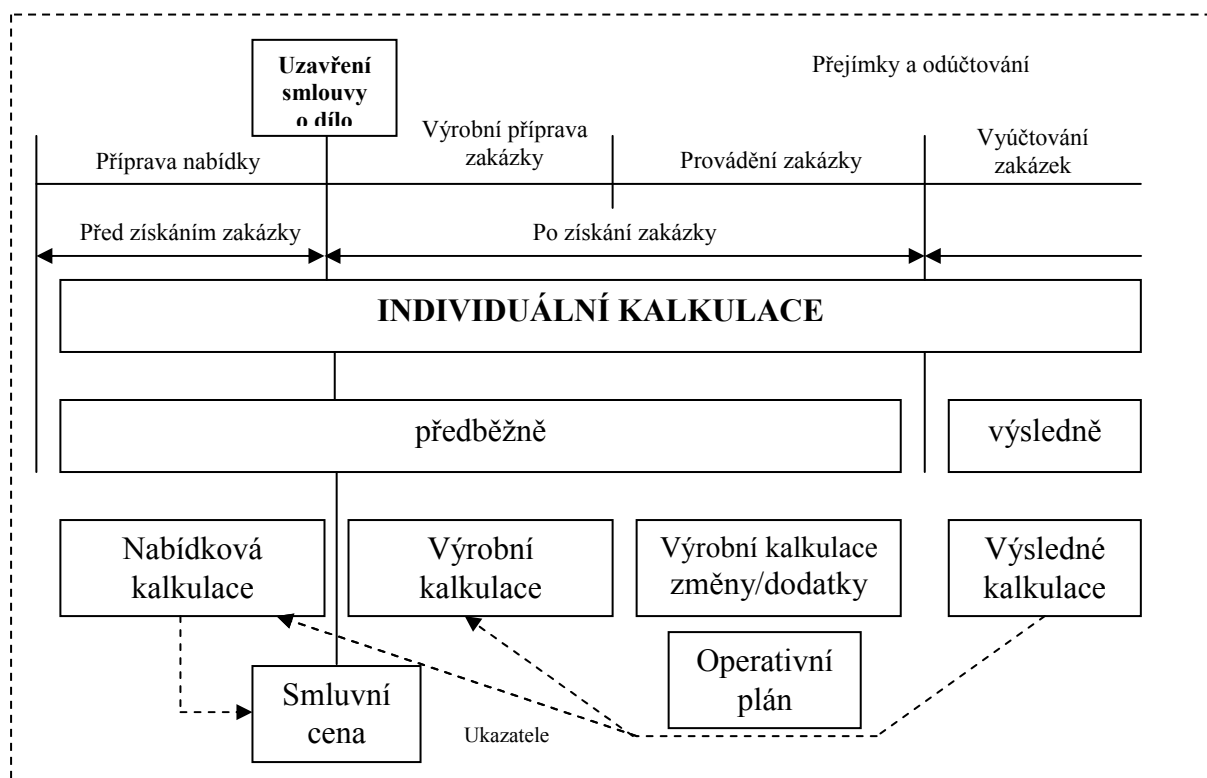
- před výrobou:
 - nabídková kalkulace, která je tvořena před uzavřením smlouvy o dílo
 - výrobní kalkulace sestavená po uzavření smlouvy o dílo,

⁵¹ HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika stavebního díla : Stavební ekonomika - část III.*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1998. 70 s. ISBN 80-01-01425-8.

⁵² HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika stavebního díla : Stavební ekonomika - část III.*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1998. 70 s. ISBN 80-01-01425-8.

- během výroby
 - výrobní faktura
 - aktualizace výrobní kalkulace,
- po skončení výroby
 - výsledná kalkulace, která vyčísluje skutečnou spotřebu a skutečné náklady výroby na základě účetní evidence.

Obrázek 1 Individuální kalkulace⁵³



4.2.3 Nabídková cena a nabídkový rozpočet

- **Stanovené nabídkové ceny zakázky**

Nabídková cena je předběžným určením ceny. Konečné určení ceny ze strany dodavatele probíhá smluvně v průběhu jednání o ceně. Zákon o cenách připouští, že

⁵³ HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika a management 13 : Stavební dílo - přednášky - sešit B1*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2004. 82 s.

výše ceny nemusí být stanovena konkrétní částkou, stačí, pokud je uveden způsob jejího výpočtu. Tento způsob však není ve stavebnictví obvyklý. Ve fázi tvorby nabídky provede v rámci nabídkového položkového rozpočtu zhotovitel individuální výrobní kalkulaci jednotlivých položek výkazu výměr. Na tomto základě je stanovena nabídková cena zakázky.

- Vstupy pro nabídkový položkový rozpočet

Nabídkový položkový rozpočet je sestaven na základě:

- zadávací dokumentace včetně výkazu výměr
- konkrétně stanovených podmínek smlouvy o dílo
- dokumentace stavebně technologické přípravy
- podnikové databáze, která je normativní základnou výrobních kalkulací

- Princip sestavení nabídkového položkového rozpočtu

Nabídkový položkový rozpočet oceňuje jednotlivé položky výkazu výměr individuálně vykalkulovanými jednotkovými cenami z interní databáze podniku. Součástí každé položky je popis práce, měrná jednotka, celkové množství, jednotková a celková cena. K nabídkovému rozpočtu je třeba přičíst nepřímé náklady a zisk. V oceňovacích podkladech je důležité brát v úvahu časovou platnost cen, která je určena cenovou úrovní použitých oceňovacích podkladů. Cenová úroveň je označována rokem a pololetím aktualizace cen. Nástrojem pro promítání vlivu inflace do stanovení ceny jsou indexy publikované Českým statistickým úřadem a ÚRS a. s. Praha. Po zakalkulování souvisejících činitelů ovlivňujících cenovou nabídku vzniká nabídková cena. Řadíme sem finanční náklady zakázky, nabídkové ceny podzhotovitelů, vliv změn cen v čase (inflace), míru rizika.

- Finanční náklady zakázky

Do ceny stavebního díla je potřeba kromě stavebního režie zahrnout i individuálně posouzené finanční náklady.

- Výběr podzhotovitelů

Pro ocenění prací, které jsou zadány podzhotovitelům, je dobré provést výběr z většího počtu nabídek.

- Vliv změn cen v čase na nabídkovou cenu

Zde se nabízejí dvě možnosti. Buď zadavatel připustí zohledňování vlivu změn cen v čase (inflace) a pak je cena upravována na základě postupu, který je dohodnutý ve smlouvě o dílo. Druhá varianta je stanovení pevné ceny za celé dílo. V tomto případě jsou vlivy změn cen odhadnuty a započítány do pevné ceny.

- Míra rizika

Míra rizika souvisí s např. nezjištěnými nedostatky a nepřesností zadávací dokumentace, inflací, změnou legislativy atd.

- **Faktory ovlivňující nabídkovou cenu**

Sestavená cenová nabídka je předložena odpovědnému zástupci podniku, který rozhodne příslušnou úpravou zisku o konkurenceschopnosti zakázky.⁵⁴

Dle Kohouta závisí ceny nemovitostí primárně na těchto faktorech:

- nájemné
- náklady
- úrokové sazby (struktura výnosové křivky)
- riziková premie.

Dále je nutné brát v úvahu i další faktory, jako např. riziko cizích měn, inflace, index růstu cen podnikatelských pronájmů apod.⁵⁵

Dle Hačkoválové v podstatě existují dva typy cenových dohod:

- **cena stanovená závazně dopředu.** V tomto případě se investor s dodavatelem dohodnou předem na ceně, kterou spočítají buď na základě podrobného rozpočtu, nebo agregovanou, která se počítá na m² zastavěné plochy nebo m³ obestavěného prostoru na základě rozpočtových ukazatelů.
- **cena stanovená podle skutečně naběhlých nákladů výroby.** Na základě dohody mezi investorem a dodavatelem uhradí investor všechny odůvodněné a prokazatelné přímé náklady výroby vynaložené dodavatelem. K těmto nákladům je připočítána buď pevná přírážka na pokrytí režii a zisku nebo procentní přírážka na režie a zisk z dohodnuté základny. Tato varianta stanovení cen se

⁵⁴ HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika a management 13 : Stavební dílo - přednášky - sešit B1*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2004. 82 s.

⁵⁵ KOHOUT, Pavel. *Investiční strategie pro třetí tisíciletí*. 3. rozšířené vyd. . Praha : Grada Publishing, 2003. 276 s. ISBN 80-247-0560-5.

používá zejména u havárií a někdy u rekonstrukcí, u nichž se jedná především o kontrolu nad stavebními postupy než o výši ceny.⁵⁶

Kadlčáková uvádí krom výše uvedených ještě dva typy nabídkových cen:

- **skladebná cena.** Tato cena představuje cenu stavebního objektu vytvořenou na základě pevných jednotkových cen, které jsou dohodnuty pro jednotlivé stavební práce. Tyto ceny je možné užít v případě, že je známá podrobná skladba dodávek a prací na objektu. Jednotkové ceny buď obsahují veškeré náklady a nebo jen náklady přímé. Výsledná cena objektu je stanovena po skončení výstavby jako součin skutečně provedeného množství fyzických objemů a jejich jednotkových cen. Předběžný odhad výše celkových vynaložených nákladů může být výrazně odlišný od skutečně uhrazené ceny celého objektu.
- **cílová cena.** Cílová cena je obvykle pevnou cenou, ale při fakturaci během výstavby je obdobný postup jako při ceně pohyblivé kombinované s limity nákladů. To znamená, že v průběhu výstavby jsou zjišťovány skutečné přímé náklady a k nim sjednané procento režie a zisku. Cílová cena je charakteristická stimulací dodavatele na vytváření úsporných opatření u nákladů.⁵⁷

S určitým zjednodušením lze cenu stavební zakázky rozdělit na:

- **nutné vlastní náklady.** Jsou to takové náklady, které je nutné vynaložit na realizaci a odbyt stavebního objektu při ideálních podmínkách
- **dosahované vlastní náklady.** To jsou reálné náklady na výstavbu. Prostor mezi dosahovanými vlastními náklady a nutnými vlastními náklady je prostorem, ve kterém snížením vlastních nákladů lze buď zvýšit zisk nebo konkurenceschopnost snížením ceny.
- **nutný zisk.** Nutný zisk je třeba pojímat jako budoucí náklad firmy. Jen v tomto případě je možné stanovit spodní hranici ceny.

⁵⁶ HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika stavebního díla : Stavební ekonomika - část III.*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1998. 70 s. ISBN 80-01-01425-8.

⁵⁷ KADLČÁKOVÁ, Anna. *Ekonomika ve stavebnictví 20 : Ceny, náklady, kalkulace*. 1. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2002. 206 s. ISBN 80-01-02436-9.

- **celkový dosažený zisk.** Celkový dosažený zisk je rozdíl mezi smluvenou cenou a dosahovanými vlastními náklady.⁵⁸

⁵⁸ KADLČÁKOVÁ, Anna. *Ekonomika ve stavebnictví 20 : Ceny, náklady, kalkulace*. 1. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2002. 206 s. ISBN 80-01-02436-9.

5 Provozní náklady

5.1 Provozní náklady projektu

Provozní náklady jsou finančním vyjádřením spotřeby vstupních faktorů. Nákladových vstupů je celá řada a proto je nutné je podrobně analyzovat. Pro investiční propočty je používáno druhové členění nákladů. Toto členění je založeno na sledování spotřeby jednotlivých vstupních faktorů. Z tohoto úhlu pohledu dělíme náklady na materiální, mzdové, odpisové, ostatní a finanční. Díky tomuto třídění nákladů je možné zjistit, na který vstupní faktor bylo vynaloženo nejvíce finančních prostředků, která z nákladových položek má největší dynamiku a může se stát kritickou veličinou při neoptimistických variantách možného vývoje projektu. Při zjišťování ekonomické efektivnosti je třeba určit výrobní náklady, provozní náklady a náklady celkové.

Výrobní náklady

$$N_v = NM + Od + M$$

N_v ... výrobní náklady

NM ... materiálové náklady

Od ... odpisy

M ... mzdy

Provozní náklady

$$N_p = N_v - Od = NM + M$$

kde

$$NM = S + En + NM_{ost}$$

N_p ... provozní náklady

S ... náklady na materiál

En ... náklady na paliva a energie

NM_{ost} ... ostatní náklady, tj. většinou náklady režijního charakteru, které jsou fixní

Celkové náklady

$$N = N_{var} + N_{fix}$$

N_{fix} ... fixní náklady – náklady stálé, nejsou závislé na produkci

N_{var} ... variabilní náklady – náklady měnící se v závislosti na objemu produkce

Provozní náklady projektu tvoří:

- **náklady na materiál** – jejich vyčíslení probíhá podle druhů materiálu, které jsou potřebné k výrobě. Při výpočtu spotřeby materiálu je potřeba rozčlenit spotřebu přímého a nepřímého materiálu. Přímý materiál zahrnuje suroviny a základní materiály, jejich spotřeba je přímo úměrná objemu produkce (variabilní náklady). Spotřeba ostatních materiálů, je odhadována dle jejich jednotlivých položek v hodnotovém vyjádření.
- **náklady na paliva a energie** se stanoví v členění na fixní a variabilní.
- **náklady na nakoupené služby** – představují náklady a služby, které jsou nakupovány od jiných objektů.
- **osobní náklady** se skládají z mezd a platů zaměstnanců v návaznosti na strukturu pracovníků, výši měsíčních mezd a ročního fondu pracovní doby. Dále jsou tvořeny náklady na sociální a zdravotní pojištění.
- **poplatky a nákladové daně** – řadíme sem daně z nemovitosti, silniční daně a další související poplatky, jako např. emisní poplatky či poplatky za znečištění životního prostředí.
- **ostatní provozní náklady** – např. náklady na opravy a udržování dlouhodobého hmotného majetku.⁵⁹

5.2 Provozní náklady stavby

Hospodárná nemovitost začíná již ve fázi výběru lokality pozemku a osazení nemovitosti na pozemek. Je důležité nepodcenit konfiguraci terénu a zejména orientaci pozemku ke světovým stranám. Již v tomto okamžiku totiž začíná budoucí zvýšená energetická potřeba domu.⁶⁰

Provozní náklady představují významnou část celkových nákladů životního cyklu objektu. Z tohoto důvodu je důležité provést předběžný propočet, z něhož bude patrné,

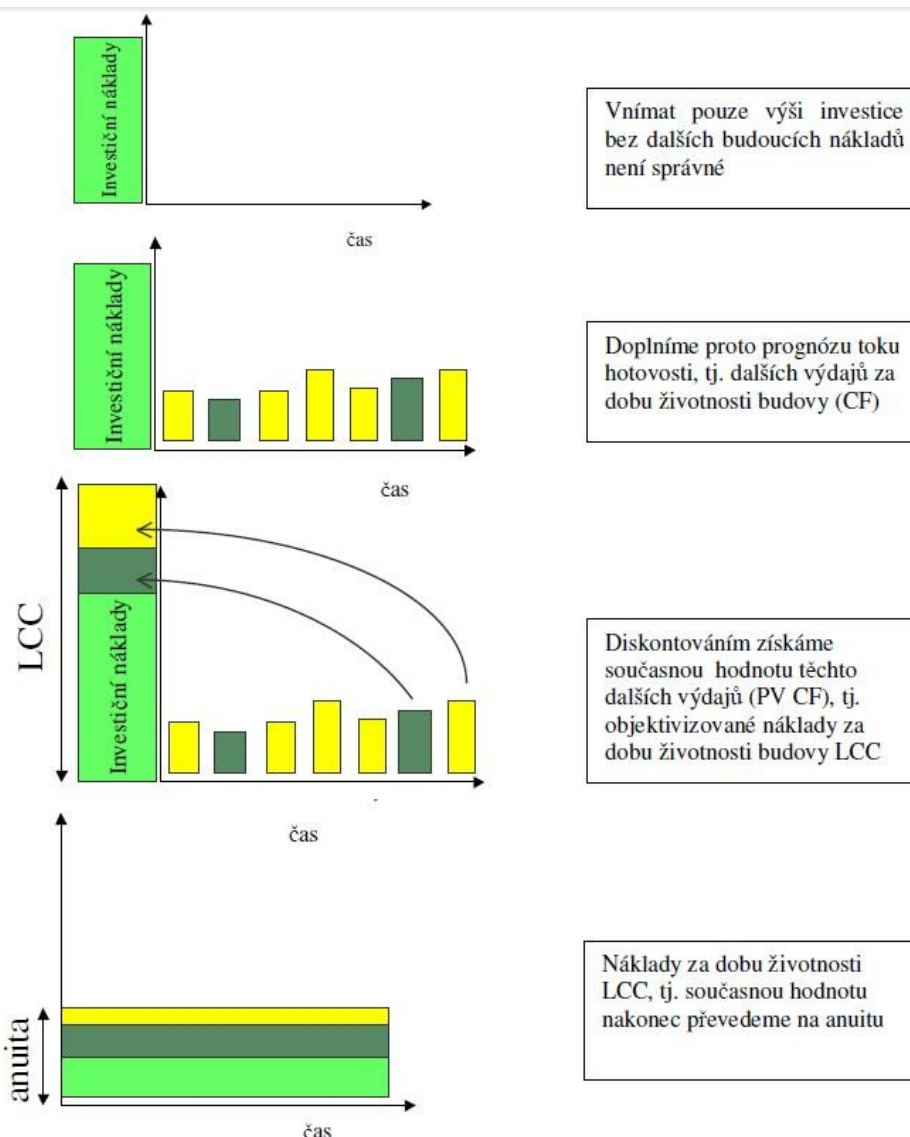
⁵⁹ KORYTÁROVÁ, Jana; FRIDRICH, Jaroslav; PUCHÝŘ, Bohumil. *Ekonomika investic*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s. r. o. , 2002. 227 s. ISBN 80-214-2089-8.

⁶⁰ POKLUDA, Vladimír. *CentrumŘešení.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-10-27]. Hospodárné stavby. Dostupné z WWW: <<http://www.centrumreseni.cz/hospodarne-stavby/>>.

kteřé položky by bylo možné upravit nebo omezit. Tento propočet je potřeba provést v předinvestiční fázi projektu, kdy je ještě možné provést určité změny v projektové dokumentaci, které by ovlivnily pozdější výši některých položek provozních nákladů. Pro koncového uživatele nejsou nejdůležitější co nejnižší pořizovací náklady stavby, ale zejména ekonomický provoz objektu po celou dobu jeho životnosti. Provozní náklady jsou tvořeny souhrnem nevyhnutelně vzniklých pracovních, materiálních a ostatních nákladů objektu potřebných k zajištění jeho bezproblémového užití. Jejich výše je závislá na typu a provedení budovy (rodinný dům, bytový dům, administrativní budova, výrobní haly atd.) a mohou být rozdílné i u budov stejného konstrukčního provedení a stáří. Z tohoto důvodu je důležité provádět individuální posouzení vždy pro každý objekt zvlášť. Provozní náklady rozděluje ČápoVá a kol. do devíti skupin: servisní poplatky, pojištění, ostraha a bezpečnost, úklid, likvidace odpadu, voda a odpadní voda, energie, údržba zeleně, administrativní poplatky.⁶¹

⁶¹ ČÁPOVÁ, D. , et al. *Centrum integrovaného navrhování progresivních stavebních konstrukcí* [online]. 2007-11-15 [cit. 2011-10-27]. Technické listy. Dostupné z WWW: <http://www.cideas.cz/free/okno/technicke_listy/4tlv/TL07CZ_1112-3.pdf>.

Obrázek 2 Znáznornění principu stanovení nákladů životního cyklu budovy⁶²



LLC = Life Cycle Costing

Na dlouhodobou spotřebu energií při provozu objektu mají zásadní vliv tepelně technické parametry stavebních materiálů. Stavebníci stále využívají tradičních technik (materiálů a postupů). Nedostatečná zkušenost a tedy malá důvěra (odvaha) k inovačním technikám je brzdou k vyššímu využívání potenciálu pro snížení

⁶² Stanovení nákladů budovy za dobu jejího užívání : Metodická příručka [online]. Praha : CityPlan s. r. o. , 2005 [cit. 2011-10-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.kr-olomoucky.cz/clanky/dokumenty/1356/priloha-2-lcc-metodicka-pourueka-19205.pdf>>.

energetických toků a tedy i snížení provozních nákladů budovy.⁶³ Vzhledem k rostoucím cenám fosilních paliv tvoří dnes náklady na energie podstatnou část provozních nákladů budov. Tato situace staví do popředí zájmu nejen výši počátečních investic do výstavby, ale i výši a minimalizaci následných provozních nákladů budovy.⁶⁴ Z tohoto důvodu bude následující text věnován energetické náročnosti budovy a energetickému štítku obálky budovy.

5.2.1 Energetická náročnost budovy

Snahou procesní správy budovy je dosažení minimální energetické náročnosti budovy za celou dobu životnosti. Jedná se tedy o souhrnnou energetickou náročnost. Souhrnnou energetickou náročnost lze obecně vyjádřit následujícím vzorcem:

$$\min EN = \min \sum IEN + n (\min PENr)$$

IEN – souhrn investiční energetické náročnosti. IEN představuje množství energie vynaložené na výstavbu, technické zhodnocení a likvidaci budovy. ($IEN = EN_{\text{výstavby}} + EN_{\text{rekonstrukce, modernizace}} + EN_{\text{likvidace}}$)

PENr – roční provozní energetická náročnost - představuje spotřebu energií pro vytápění, chlazení a větrání, přípravu teplé vody a energetickou spotřebu všech spotřebičů v budově (osvětlení, výtahy, technologie kuchyně, domácí spotřebiče, atd.).

n – životnost objektu v letech

Energetická náročnost budovy je charakterizována energetickým štítkem (průkazem) budovy. Zevrubnou analýzou energetické náročnosti budovy a návrhem opatření k jejímu snížení se zabývá energetický audit.⁶⁵

⁶³ *Stanovení nákladů budovy za dobu jejího užívání : Metodická příručka* [online]. Praha : CityPlan s. r. o. , 2005 [cit. 2011-10-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.kr-olomoucky.cz/clanky/dokumenty/1356/priloha-2-lcc-metodicka-poirueka-19205.pdf>>.

⁶⁴ *CityPlan* [online]. 2006 [cit. 2011-10-28]. Projekt LCC Data. Dostupné z WWW: <<http://www.cityplan.cz/projekt-lcc-data-815.html>>.

⁶⁵ *Stanovení nákladů budovy za dobu jejího užívání : Metodická příručka* [online]. Praha : CityPlan s. r. o. , 2005 [cit. 2011-10-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.kr-olomoucky.cz/clanky/dokumenty/1356/priloha-2-lcc-metodicka-poirueka-19205.pdf>>.

Průkaz energetické náročnosti budovy (průkaz ENB)

Průkaz energetické náročnosti budovy (energetický průkaz) je stanoven zákonem č. 177/2006 Sb. Forma a způsob zpracování průkazu ENB je definován ve vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz ENB poskytuje informace o energetické náročnosti budovy. ENB je vypočtena dle metody stanovené prováděcím právním předpisem. Energetická náročnost budovy je celková roční dodaná energie v GJ potřebná na vytápění, větrání, chlazení, klimatizaci, přípravu teplé vody a osvětlení.

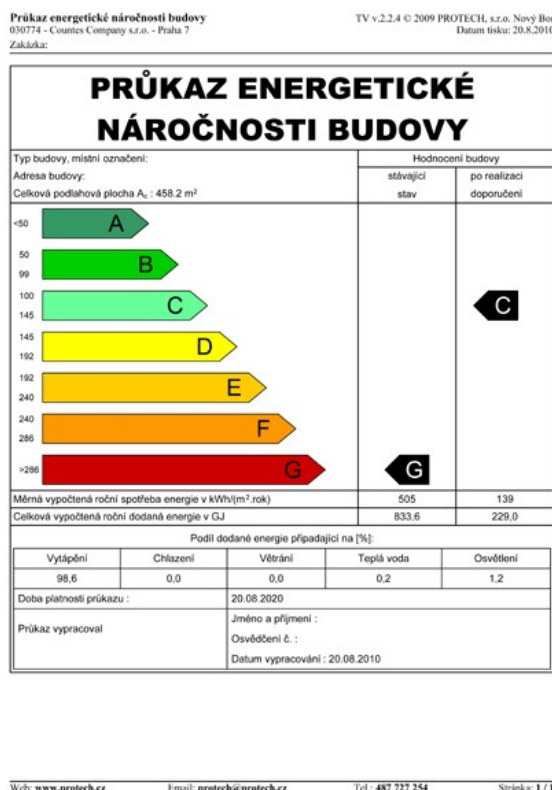
Průkaz ENB obsahuje protokol, který prokazuje energetickou náročnost budovy a její grafické znázornění. Energetická náročnost budovy se řídí klasifikací do tříd A až G, kde jsou také určeny jejich hranice.

Průkaz ENB musí vlastník budovy, stavebník či společenství vlastníků doložit při prokazování dodržení obecných technických požadavků na výstavbu. Jeho stáří nesmí přesáhnout dobu 10 let a je nutné ho přiložit k dokumentaci při:

- výstavbě nových budov,
- při zásadních změnách již dokončených budov s celkovou podlahovou plochou nad 1000 m², které mají vliv na jejich energetickou náročnost,
- při prodeji nebo pronájmu (částí) budov v případech, kdy pro tyto budovy nastala povinnost zpracovat průkaz ENB podle výše uvedených skutečností.⁶⁶

⁶⁶ *Energetický průkaz* [online]. 2010 [cit. 2011-10-28]. Průkaz energetické náročnosti budovy. Dostupné z WWW: <<http://www.energeticky-prukaz.com/energeticky-prukaz.aspx>>.

Obrázek 3 Průkaz energetické náročnosti budovy⁶⁷



Energetický štítek obálky budovy

Energetický štítek obálky budovy vyjadřuje formou grafického znázornění stavebně-energetické vlastnosti konstrukce domu. Řídí se technickou normou ČSN 730540-2, která vstoupila v platnost v květnu 2007. Hodnocení stavebně-energetických vlastností budovy je vyjádřeno hodnocením prostupu tepla obálkou budovy pomocí průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} .

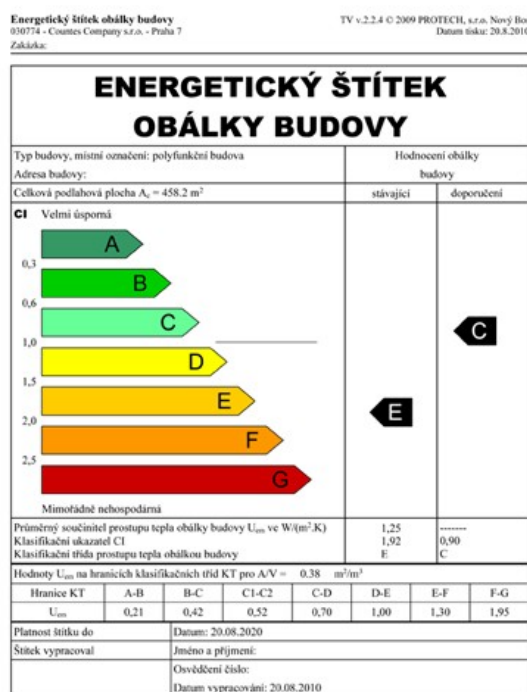
Energetický štítek třídí budovy do sedmi kategorií A – G od mimořádně úsporné (A) až po velmi nevhodnou (G). Při klasifikaci jsou rozhodujícím činitelem normové hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,rq}$ a hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$. Kategorie staveb A-C jsou považovány za vyhovující. Klasifikační třída A = pasivní dům, třída B = nízkoenergetický dům. Třída C je rozdělena na dvě podkategorie - na C1 (budova vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla), a C2 (budova vyhovuje požadované úrovni součinitele

⁶⁷ Energetický průkaz [online]. 2010 [cit. 2011-10-28]. Průkaz energetické náročnosti budovy. Dostupné z WWW: <<http://www.energeticky-prukaz.com/energeticky-prukaz.aspx>>.

prostupu tepla). Kategorie tříd D a E odpovídají průměrnému stavu stavebního fondu ČR do roku 2006. Tepelné parametry budovy jsou popsány v protokolu, který je součástí energetického štítku budovy.

Současný minimální požadavek normy, který musí splnit každá nově projektovaná nebo rekonstruovaná budova je stanoven na horní hranici třídy C. Jsou určeny výjimky jako např. památkově chráněné objekty nebo rekonstruované objekty, u kterých se splnění tohoto požadavku prokáže jako technicky, ekonomicky a funkčně nevhodné s ohledem na životnost budovy, její účely apod.

Obrázek 4 Energetický štítek obálky budovy⁶⁸



Web: www.protech.cz Email: protech@protech.cz Tel.: 487 727 254 Stránka: 4 / 4

⁶⁸ *Energetický průkaz* [online]. 2010 [cit. 2011-10-31]. Energetický štítek obálky budovy . Dostupné z WWW: <<http://www.energeticky-prukaz.com/energeticky-stitek.aspx>>.

6 Praktická část - Volba konstrukce obvodového pláště objektu

V praktické části diplomové práce se budu zabírat volbou skladby konstrukce obvodového pláště objektu, zaměřím se na tepelnou akustiku této skladby a náklady vyplývající z provozu stavby spojené s tepelnými ztrátami.

6.1 Základní popis projektu - Typový RD NERO 2008

Typový projekt dvoupodlažního rodinného domu o velikosti bytové jednotky 4+1 s garáží, výstupem z obývacího pokoje na terasu objektu, pultovou střechou nad hlavním objektem a plochou nad garáží. Střešní krytina je navržena plechová, není však podmínkou. Rodinný dům je vhodný pro rovný nebo mírně svažité pozemek a do zástavby moderních domů.⁶⁹

Praktickou funkci určitě plní balkónová deska, na kterou je výstup nejen ze dvou podkrovních pokojů, ale i z terasy objektu díky vnějším ocelovým schodům.⁶⁹

Součástí tohoto domu je garáž, avšak díky odlišnosti fasád, kdy hlavní dům je opatřen fasádní omítkou a garáž cihelným obkladem člení pohledově tento objekt jako dvě samostatně stojící stavby, což je příjemný vizuální prvek.⁶⁹

Tento typový projekt byl upraven podle požadavků investora - pultová šikmá střecha byla nahrazena sedlovou se sklonem 6°.⁶⁹

Stavbu je možno realizovat ve třech energetických standardech - vyhovující, úsporný a nízkoenergetický. Tyto standardy vycházejí z normy ČSN 73 0540 - Tepelná ochrana budov. Úspornou a nízkoenergetickou konfiguraci domu budu vždy řešit ve dvou variantách. S nuceným větráním a rekuperací vzduchu, instalovanými solárními panely pro ohřev TV a bez těchto moderních technologií. Vyhovující konfiguraci považuji za vyloženě ekonomickou a investice do nákladných úsporných technologií by v tomto případě neměla smysl.

⁶⁹ Rodinný dům NERO 2008 - Typový projekt rodinného domu. *NERO 2008* [online]. 2010 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.nasdum.cz/katalog/rodinny-dum/nero-2008>

6.2 Norma ČSN 73 0540 -2 - Tepelná ochrana budov

Norma stanovuje tepelně technické požadavky pro navrhování a ověřování budov s požadovaným stavem vnitřního prostředí při jejich užívání, které podle stavebního zákona zajišťují hospodárné splnění základního požadavku na úsporu energie a tepelnou ochranu budov. Norma také zajišťuje provázanost se soustavou zavedených souvisících evropských a mezinárodních norem, jakož i s navazujícími evropskými předpisy.⁷⁰

Dodržení tepelně technických požadavků zajišťuje zejména prevenci tepelně technických vad a poruch budov, tepelnou pohodu uživatelů, požadovaný stav vnitřního prostředí pro užívání a technologické procesy a stavební předpoklady pro nízkou energetickou náročnost budov. Požaduje se po dobu ekonomicky přiměřené životnosti konstrukcí a budov, při jejich běžné údržbě a při působení běžně předvídatelných vlivů.⁷⁰

Požadované hodnoty přitom stanovují úroveň technického požadavku, prokazovanou a písemně dokládanou v návaznosti na technické předpisy při stavebním řízení podle zvláštního předpisu. Doporučené hodnoty stanovují úroveň vhodnou pro energeticky úsporné budovy.⁷⁰

Norma platí pro nové budovy a pro stavební úpravy, udržovací práce, změny v užívání budov a jiné změny dokončených budov. Norma platí i pro nevytápěné budovy nebo nevytápěné zóny, s požadovaným stavem vnitřního prostředí. Neplatí pro budovy převážně velkoplošně otevřené, nafukovací haly, stany, mobilní buňky, skleníky, stájové objekty, chladírny a mrazírny a pro stavby, kde není požadován stav vnitřního prostředí. Pro budovy památkově chráněné nebo stávající budovy uvnitř památkových rezervací podle zvláštního předpisu platí norma přiměřeně možnostem tak, aby nedocházelo k poruchám a vadám při jejich užívání.⁷⁰

Proti předchozímu znění dochází k větší provázanosti se soustavou zavedených souvisících evropských a mezinárodních norem a návaznosti na nové předpisy zajišťující základní požadavek na tepelnou ochranu budov a stavební předpoklady jejich nízké energetické náročnosti.⁷⁰

⁷⁰ ČSN EN 73 0540-2(730540) - Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. *Shop.normy.cz*[online]. 2011 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://shop.normy.biz/d.php?k=77902>

Norma rozlišuje hodnoty pro lehkou a těžkou konstrukci. Lehká konstrukce je taková, která má nízkou tepelnou setrvačnost a plošnou hmotnost vrstev (od vnitřního líce k rozhodující tepelně-izolační vrstvě včetně) nižší, než 100kg/m^2 . Z tohoto pohledu mohou obvodovou konstrukci pláště považovat za těžkou, střešní konstrukci pak za lehkou.

6.2.1 Hodnoty požadované normou ČSN 73 0540 - 2

Norma ČSN 73 0540 - 2 udává pro konstrukce hodnoty uvedené v následující tabulce.

Tabulka 1 - požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující vnitřní návrhovou teplotou v intervalu 18°C až 22°C včetně.⁷¹

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla ($\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$)		
	Požadované hodnoty $U_{n,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,3 (1)	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,3 (1)	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině (4), (6)	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině (6)	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami (3)	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně	1,05	0,70	

⁷¹ ČSN EN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. Říjen 2011. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 (2)	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 (7)	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4
Kovový rám výplně otvoru		1,8	1
Nekovový rám výplně otvoru (5)		1,3	0,9-0,7
Rám lehkého obvodového pláště		1,8	1,2
<p>(1) Pro jednovrstvé zdivo se nejpozději do 31.12.2012 připouští hodnota 0,38W/(m²K)</p> <p>(2) Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,7W/(m²K)</p> <p>(3) Nemusí se vždy jednat o teplosměnnou plochu, ovšem s ohledem na postup výstavby a možné změny v užívání se zajišťuje tepelná ochrana na uvedené úrovni.</p> <p>(4) V případě podlahového a stěnového vytápění se do hodnoty součinitele prostupu tepla započítají pouze vrstvy od roviny, ve které je umístěno vytápění, směrem do exteriéru.</p> <p>(5) Platí i pro rámy využívající kombinace materiálů, včetně kovových, jako jsou například dřevo-hliníkové rámy.</p> <p>(6) Odpovídá výpočtu součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-4 (tj.bez vlivu zeminy), nikoli výslednému působení podle ČSN EN ISO 13370.</p> <p>(7) Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,5W/(m²K)</p>			

Hodnoty a pojmy vztahované k tepelně izolačním vlastnostem obvodového pláště.

- **λ (W/mK) součinitel tepelné vodivosti** - charakterizuje schopnost látky vést teplo, cílem je dosáhnout co nejnižší λ
- **R (m²K/W) tepelný odpor** ($R = \text{tloušťka stěny} / \lambda$) - Charakterizuje odpor materiálu při přestupu tepla. Čím je tato hodnota vyšší, tím lépe bude stěna izolovat.
- **U (W/m²K) součinitel prostupu tepla** ($U \approx 1/R$) - Charakterizuje výměnu tepla mezi prostory oddělenými od sebe danou konstrukcí. Čím je tento součinitel nižší, tím lépe bude stěna izolovat.

6.3 Varianty obvodového pláště a zvolené stavební materiály

V průběhu práce budu řešit celkem 13 různých variant konstrukce obvodového pláště, porovnáám tři zdící systémy v kombinaci se zateplením a jeden systém ztraceného bednění. 4 varianty obvodového pláště odpovídají energetickému standardu vyhovující, 5 variant spadá do kategorie úsporný a 4 varianty odpovídají nízkoenergetickému standardu.

- zdivo tl. 375mm z pórobetonu Ytong Lambda na zdící maltu
- zdivo tl. 375mm z pórobetonu Ytong Lambda na zdící maltu Ytong + zateplení polystyrenem EPS 70F 100mm
- zdivo tl. 375mm z pórobetonu Ytong Lambda na zdící maltu Ytong + zateplení polystyrenem EPS 70F 200mm
- zdivo tl. 300mm z pórobetonu Ytong P2-400 na zdící maltu Ytong + zateplovací tvárnice Ytong Multipor 160mm
- zdivo tl. 500mm z pórobetonu Ytong Theta na zdící maltu Ytong
- zdivo Porotherm P+D tl. 365mm na MVC
- zdivo Porotherm P+D tl. 365mm na MVC + zateplení polystyrenem EPS 70F 100mm
- zdivo Porotherm P+D tl. 365mm na MVC + zateplení polystyrenem EPS 70F 200mm
- zdivo Porotherm P+D tl. 440mm na MVC
- zdivo Porotherm tl. 365mm 36,5 T Profi lepených PUR pěnou
- zdivo Heluz Family 2in1 50 tl. 500mm lepených PUR pěnou
- systém ztraceného bednění Velox UL32 stěnou WS EPS 135 tl. 320mm
- systém ztraceného bednění Velox XL 42 stěnou WS EPS 235 tl. 420mm

6.3.1 Detailní představení zvolených stavebních materiálů a technologií

6.3.1.1 Xella Ytong

Originální pórobeton YTONG je klasikou mezi stavebními materiály, nabízí vysoký standard tepelné izolace, mimořádnou stabilitu a odolnost, snadnou manipulaci a zpracování, je nehořlavý a zajišťuje příjemné vnitřní klima. Kromě těchto vysokých funkčních vlastností charakterizuje pórobeton značky YTONG také ekologický přístup.⁷²

⁷² Pórobeton YTONG. *Pórobeton YTONG* [online]. 2009 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.ytong.cz/cs/content/porobeton-ytong.php>

Pórobetonové tvárnice YTONG se vyrábí výhradně z přírodních surovin jako je písek, vápno, cement a voda. Suroviny použité k výrobě tvoří velkou část zemské kůry a jsou díky tomu prakticky nevyčerpatelné. Jejich těžba probíhá navíc způsobem, který je šetrný k životnímu prostředí.⁷²

Výroba YTONGU začíná tím, že se písek namele na jemno a smíchá se s ostatními surovinami –vápnem, cementem, vodou a kypřicí látkou, která naplní pórobetonovou hmotu malými, rovnoměrně rozdělenými bublinkami. Po ztuhnutí se polopevné surové bloky přesně přiříznou a vytvrdí se vodní párou při teplotě 200 °C. Po vysušení zůstane v pórech pouze tepelně izolující vzduch.⁷²

Výroba pórobetonu nezatěžuje spodní vodu a současně vznikající kondenzát se ve výrobě opět využívá. Také další recyklované druhotné suroviny z výroby se dostávají zpět do výrobního oběhu. Pórobeton se vyrábí ze zcela přírodních surovin, při výrobě nevznikají škodlivé látky, které by mohly zatížit vzduch, vodu nebo zeminu. Pórobeton díky příznivé surovinové bilanci šetří suroviny: z 1 m³ suroviny se vyrobí cca 5 m³ pórobetonu.⁷²

Pórobeton YTONG je vyráběn v uzavřeném cyklu, který vyžaduje menší spotřebu energie, než výroba jiných srovnatelných stavebních materiálů. Společnost Xella se snaží o maximálně energeticky úspornou výrobu, například vodní pára potřebná pro vytvrzení se až z 85% použije vícekrát. Další zbývající energie z toho procesu je využita na vytápění.⁷²

6.3.1.1.1 Ytong Lambda

Systém pórobetonových tvární Lambda obsahuje dvě velikosti přesných tvární a to tvárnici P2 – 350 PDK. Tato tvárnice má rozměry 375 x 249 x 599 milimetrů a označení PDK znamená provedení s perem a drážkou které usnadňuje a zpřesňuje zdění a písmeno K znamená provedení s dvěma kapsami na kraji tvárnice které usnadňují úchop tvárnice při zdění. Druhým typem tvárnice ze systému Ytong Lambda je tvárnice s označením P-2 350 která se dodává o rozměrech 499 x 249 x 599 milimetrů. Toto provedení je dodáváno jako blok bez drážek a kapes po straně tvárnice. Tyto dva typy přesných tvární se používají ke zdění nosných i nenosných obvodových zdí u nichž již

není nutné provádět dodatečné zateplení stavby, protože tyto tvárnice svým tepelným odporem plně dostačují požadavkům na moderní nízkoenergetické stavby.⁷³

Tvárnice Ytong Lambda jsou vyrobeny z autoklávového pórobetonu. Tyto tvárnice se vyrábí jako hladké kvádry, případně jako profilované provedení s perem, drážkou a kapsou. Tvárnice Ytong Lambda se vyrábí v šířích 375 a 499 milimetrů. K lepení tvárnic Ytong se používá tenkovrstvá zdící malta, k jejich omítání je možné použít vnitřní sádrové a vápencosádrové omítky. K venkovnímu omítání zdí vytvořených tvárnicemi Ytong Lambda je vhodné používat paropropustné a voděodpudivé lehké omítky určené pro pórobetonové zdivo. Při zdění stěn z Ytongu Lambda by jednotlivé tvárnice měly být ukládány do maltového lože o tloušťce jednoho až tří milimetrů. Pro nanášení malty by měly být používány lžíce se zuby určené přímo pro nanášení tenkovrstvé malty pro pórobetonové zdění. Při zdění je důležité dodržovat nanášení malty po celé ploše tvárnice. Součinitel tepelné vodivosti zdiva Ytong Lambda je 0,085 WmK a tepelný odpor tvárnice P2 – 350 PDK 4,26 m²K/W a u tvárnice P-2 350 je tepelný odpor 5,67 m²K/W.⁷³

6.3.1.1.2 Ytong Theta

Prémiovou tvárnici Ytong Theta chce společnost Xella CZ do budoucna oslovit nejnáročnější zákazníky, kteří se chystají investovat do maximálního komfortu s minimálními výdaji na vytápění. „Vývoj posledních dvou - tří let je neúprosný. Stále více lidí se přiklání ke koupi a výstavbě nízkoenergetických domů. Pozorujeme to na prodeji jednotlivých produktů. Dříve dostačující řešení, jaké představují například naše zavedené tvárnice třídy P2-400, jsou v současnosti prodejně na ústupu a do popředí se prosazují produkty s lepšími tepelně izolačními parametry, které odpovídají trendu udržitelného stavění,“ vysvětluje Havlíčková. Nezateplená stěna z tvárnic Ytong Theta

⁷³ Ytong Lambda - zdění bez zateplení. *Xstavba.cz* [online]. 19.11.2009 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://xstavba.cz/ytong-lambda-zdici-material-bez-nutnosti-zatepleni>

se díky jedinečnému součiniteli prostupu tepla $U = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ dokonce pohybuje na hranici mezi nízkoenergetickou stěnou a pasivní.⁷⁴

Společnost Xella CZ jako jedna z mála úspěšně vyvrací přesvědčení, že bez dodatečné izolace kvalitní nízkoenergetický dům nelze postavit. Na trh pravidelně uvádí stále lepší produkty, díky kterým může každý stavebník jednoduše a v rekordním čase dosáhnout mimořádných tepelně izolačních parametrů obvodových stěn i za předpokladu jednoplášťové konstrukce. Také nízkoenergetická stěna Ytong Theta se obejde bez komplikovaného fasádního zateplení a zachovává si důležité přednosti jednovrstvých zděných staveb – především tolik potřebnou schopnost stěn přirozeně regulovat vlhkost interiérového vzduchu. Pohodlí a vysoký uživatelský komfort v průběhu celého roku jsou vůbec jednou z nejdůležitějších předností staveb z pórobetonu Ytong.⁷⁴

6.3.1.1.3 Ytong Multipor

Minerální tepelně izolační desky YTONG Multipor využívají jedinečných technologických vlastností pórobetonu značky YTONG, díky tomu nacházejí široké využití ve všech projektech, které kladou vysoký důraz na kvalitu vnitřního prostředí. Tyto minerální tepelně izolační desky nové generace disponují přednostmi masivního zdiva. Jejich tvarová stálost, vynikající paropropustnost, nehořlavost a jednoduchá aplikace nacházejí uplatnění všude tam, kde si běžné tepelné izolanty neporadí s požadovanými konstrukčními parametry.⁷⁵

Minerální izolační desky YTONG Multipor představují energeticky úsporné řešení pro novostavby a modernizaci. Jedná se o extrémně vylehčený bílý pórobeton s objemovou hmotností $115 \text{ Kg}/\text{m}^3$, který se svými izolačními vlastnostmi velmi blíží materiálům jako je polystyren nebo izolační vlna. Na rozdíl od těchto běžných tepelných izolací si však YTONG Multipor zachovává pevnost, mechanickou odolnost, extrémní protipožární odolnost, navíc se snadno a rychle aplikuje nejen na pórobetonové stěny.⁷⁵

⁷⁴ Nová tvárnice Ytong Theta pro nejúspornější domy nového desetiletí!. *Www.obcanskavystavba.cz* [online]. 04.03.2010 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.obcanskavystavba.cz/clanek/nova-tvarnice-ytong-theta-pro-nejuspornejsi-domy->

⁷⁵ Minerální tepelně izolační desky Ytong Multipor. *Minerální tepelně izolační desky Ytong Multipor* [online]. 2008 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.ytong.cz/cs/content/mineralni-tepelneizolacni-desky-ytong-multipor.php>

Desky YTONG Multipor splňují všechny požadavky na moderní izolační materiály. Kromě výborných tepelně izolačních vlastností mají také vynikající difuzní vlastnosti. V obvodové konstrukci z materiálů Ytong a Ytong Multipor nedochází k žádné kondenzaci vodních par. To má pozitivní vliv na izolační schopnost stěny i na její životnost a trvanlivost. Desky Ytong Multipor tak zaručují příjemné a zdravé klima ve vnitřních prostorech. Ideální prodyšnost stěny je pak také zaručena díky lepidlu Multipor, které se používá při vlastní aplikaci desek.⁷⁵ Minerální izolační desky YTONG Multipor se vyrábí ekologicky, výhradně z přírodních minerálních surovin jako je písek, vápno, cement a voda, do nichž se přimíchává prostředek pro tvorbu pórů. Při výrobě nejsou používány žádné plasty.⁷⁵

6.3.1.2 Zdivo Porotherm

Pod značkou Porotherm naleznete sortiment zdícího materiálu, který před několika lety představila firma Wienenberger. Tato firma se dlouhodobě zabývá stavebnictvím a díky tom vyvinula cihlu s vynikajícími vlastnostmi.⁷⁶

Přednostmi zdícího systému Porotherm je jeho jednoduchost, rychlost zdění, kvalitní suroviny ze kterých je cihla vyrobena a v neposlední řadě také odolnost celkové konstrukce (domu), která tak zajišťuje dlouhověkost stavby.⁷⁶

Ze samotného názvu Porotherm lze odvodit další vlastnosti jako: izolační vlastnosti, akustické vlastnosti a také vysoká energetická úspora. Samotné cihly Porotherm jsou čistě z přírodních materiálů. Proto se dá hovořit, že bydlení ve zděném domě (za využití právě cihel Porotherm) je ekologické a šetrné k přírodě.⁷⁶

6.3.1.2.1 Porotherm p+d 365mm a Porotherm P+D 440mm

Cihly POROTHERM 36,5 P+D jsou určeny pro omítané jednovrstvé obvodové nosné i nenosné zdivo tloušťky 365 mm s vysokými nároky na tepelný odpor a tepelnou akumulaci stěny.⁷⁷

⁷⁶ Kvalitní zdící materiál POROTHERM. *Kvalitní zdící materiál POROTHERM* [online]. 2008 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://cihlyprodum.cz/kvalitni-zdici-material-porotherm>

⁷⁷ Porotherm 36,5 1/2 K P+D. *Porotherm 36,5 1/2 K P+D* [online]. 2008 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.stavebniny.com/porotherm-365-1-2-k-pd/d-73353/>

6.3.1.2.2 Porotherm T Profi 365mm

Nová broušená dutinová cihla plněná minerální vatou je určena zejména pro výstavbu nízkoenergetických a pasivních rodinných domů. Při dané tloušťce stěny 36,5 cm již není nutné zdivo dodatečně zateplovat. Tato jednovrstvá konstrukce dosahuje součinitele prostupu tepla $U\ 0,19\ \text{W/m}^2\text{K}$. Jde o unikátní spojení dvou tradičních přírodních materiálů - keramické cihly s minerální vatou, přičemž technologie provádění se neliší od technologie již zavedených zdicích systémů POROTHERM.⁷⁸ Zdivo z těchto cihel v sobě spojuje výhody keramické cihly (pevnost, únosnost, ochrana proti hluku a požáru apod.) a minerální anorganické izolace (tepelná ochrana, difuze vodních par, stálost parametrů). Oba materiály jsou přírodního původu, ekologicky nezávadné, snadno recyklovatelné, navíc jejich spojením získá zdivo vynikající, dlouhodobě stabilní tepelně izolační parametry. Izolant skrytý uvnitř cihel není náchylný na mechanické a biotické poškození.⁷⁸

Sama tvarovka při tloušťce 36,5 cm obsahuje ve svých dutinách izolaci o souhrnné tloušťce 24 cm. POROTHERM 36,5 T Profi dosahuje velmi nízké tepelné vodivosti $0,08\ \text{W/mK}$ a součinitele prostupu tepla $U=0,19\ \text{W/m}^2\text{K}$. Díky tomu se sníží náklady za stavbu, vytápění a údržbu domu.⁷⁸

Stěna z cihel plněných vatou o tloušťce 36,5 cm má srovnatelné tepelně izolační vlastnosti jako stěna z cihelných bloků o tloušťce 24 cm zateplená izolačním o tloušťce 18 cm. Plně tak nahrazuje sendvičové zdivo.⁷⁸

POROTHERM 36,5 T Profi vyniká i výbornými akumulačními vlastnostmi - v zimě brání rychlému vychladnutí domu, v horku zabraňuje přehřátí. Protože se jedná o cihlu plněnou minerální vatou, umožňuje zdivo difuzi vodních par stejně jako při výstavbě z klasických cihelných bloků.⁷⁸

Stavění z POROTHERMU 36,5 T Profi je snadné, velmi rychlé a přesné. Cihla i přes svoji masivnost váží pouze 14,2 kg, což usnadňuje manipulaci. Zdí se na tenkovrstvou maltu, která se někde v praxi označuje jako lepidlo. Na cihly se aplikuje speciálním

⁷⁸ Revoluční cihla plněná vatou POROTHERM 36,5 T Profi. *Revoluční cihla plněná vatou POROTHERM 36,5 T Profi* [online]. 8.4.2011 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/cihly-bloky-tvarnice/7329-revolucni-cihla-plnena-vatou-porotherm-36-5-t-profi>

nanášecím válcem pouze v 1 mm silné vrstvě. Ložné spáry jsou u tohoto typu zdiva naprosto minimální a nehrozí zde vznik tepelných mostů. Protože nejnáročnějším krokem je přesné založení stavby, poskytuje výrobce, společnost Wienerberger, možnost objednat si na zakládání stavby a prvního podlaží odbornou pomoc. Nanášecí válec se k objednavce cihel půjčuje zdarma.⁷⁸

Z hlediska únosnosti je POROTHERM 36,5 T Profi určen pro výstavbu rodinných domů, případně pro nízkopodlažní bytovou výstavbu. Cihla splňuje i všechny požadavky na pevnost a další požadavky, které předepisuje evropská norma pro navrhování pro nejvíce seizmicky zatížené oblasti ČR, a dokonce více než dvojnásobně překračuje požadavky na pevnost v bočním tlaku.⁷⁸

Díky silným stěnám 18 mm jsou cihelné bloky POROTHERM 36,5 T Profi méně náchylné na poškození při manipulaci na stavbě.⁷⁸

6.3.1.2.3 systém ztraceného bednění Velox

Stavební systém VELOX je nejpoužívanější variantou ztraceného tepelně izolačního bednění nosných svislých a vodorovných konstrukcí. Železobetonový žebírkový strop je možné uplatnit na nosné zdivo z libovolných materiálů nebo při rekonstrukci stávajících objektů, kde dochází k výměně stropu nebo zvýšení únosnosti původní stropní konstrukce.⁷⁹

Stavební systém má široké použití pro různé druhy staveb, uplatňuje se také u atypických konstrukcí rozličných dispozic a tvarů. Hodí se jak pro výstavbu rodinných a bytových domů, tak pro prostorově i výškově náročné stavby občanského vybavení, průmyslové i zemědělské stavby. Systém je možné použít také pro nástavby domů, lehké stavby i vestavby všeho druhu. Masivní a stabilní monolitická konstrukce rozšiřuje také možnosti použití pro oblasti se zakládáním v málo únosných zeminách, se zvýšeným nebezpečím sesídání, zemětřesení nebo s jinak geologicky náročnými podmínkami. Výstavba systému VELOX je hospodárná a rychlá. Veškeré konstrukce vykazují vysokou protipožární odolnost a zdravotní a hygienickou nezávadnost. Systém se vyznačuje také vysokým stupněm vzduchové neprůzvučnosti (až 57 dB).⁷⁹

⁷⁹ Stavební systémy VELOX. *Www.casopisstavebnictvi.cz* [online]. 6.7.2009 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: http://www.casopisstavebnictvi.cz/stavebni-systemy-velox_N2444

Základním produktem stavebního systému VELOX je štěpkocementová deska o rozměru 2000x500x25–100 mm, která je vyrobena z dřevité štěrky, cementu a vodního skla, případně barviva. Protože se jedná o ztracené tepelně izolační bednění, umožňuje tento systém architektům a projektantům navrhovat stavby libovolných tvarů a parametrů.⁷⁹

Poréznost desek zajišťuje kvalitní spojení s betonovým jádrem, maltou a lepicími tmely na bázi cementu. Díky rozměrové přesnosti desek se dosahuje při výstavbě vysoké přesnosti a kolmosti staveb, čímž dochází k výrazné úspoře omítkových hmot. Tloušťka betonového jádra je volitelná od 120 mm, tloušťka tepelné izolace z různých izolačních materiálů se rovněž navrhuje podle typu stavby – ze systému je tedy možné stavět také domy nízkoenergetické a pasivní, a to jak rodinné, tak bytové.⁷⁹

6.3.1.2.4 Stěnové systémy VELOX UL32 a XL42

Jedná se o kombinaci 35mm tlusté vnitřní štěpkocementové desky WS35, 150mm nosné betonové vrstvy a vnější desky WS EPS 135, resp. WS EPS 235. Tyto desky se skládají ze 100mm, respektive 200mm desky polystyrenu EPS 70F a štěpkocementové desky.

6.3.1.2.5 Kontaktní zateplovací systém ETICS

ETICS - vnější tepelně izolační kompozitní systém (External Thermal Isolation Composite Systems) je definován jako kompletní stavební produkt, skládající se z lepicí hmoty, tepelného izolantu, kotvicích prvků, základní vyztužené vrstvy konečné povrchové úpravy.

Jako izolant lze použít extrudovaný polystyren EPS 70F, jeho kvalitnější variantu EPS 100F, extrudovaný polystyren s příměsí grafitu, rockwool - minerální kamennou vlnu, izolační desky Ytong Multipor a další. Užití kterékoli varianty má svá specifika, já budu v projektu uvažovat základní, ale zároveň nejrozšířenější variantu EPS 70F.

6.3.1.3 Solární panely pro ohřev TUV -Bramac BSK

Ohřev TUV (teplé užitkové vody) pomocí slunečních kolektorů je typickým příkladem využití sluneční energie. Systém je poměrně jednoduchý, spolehlivý a vysoce účinný.

Praktické zkušenosti ukazují, že dobře navržené kvalitní zařízení je schopno ušetřit až 60–70% ročních nákladů spojených s přípravou TUV. Dnešní solární systémy dokáží pracovat díky vyspělým technologiím s účinností až 80% a s životností kolem 30let.⁸⁰ Podmínkou dosažení výše uvedených hodnot je instalace kvalitních solárních kolektorů s vysoce selektivní vrstvou a velikostí kolektorové plochy cca 2,0m² absorpční plochy na 100l TUV, sklonem kolektorů cca 45° a odklonem od jižní orientace do 25° na východ a 45° na západ v nezastíněném místě. Výkon solárního systému dále ovlivňuje výběr vhodného solárního zásobníku TUV, kvalitní solární regulace důkladná izolace rozvodů. Kvalitní návrh, odborná instalace a bezchybný chod systému je nezbytný pro uspokojivou návratnost investice. Důležité je také správné nastavení regulačních prvků. Drtivá většina solárních systémů pro ohřev TUV je řešena jako nucené, je ale také možno instalovat systémy samotížné.⁸⁰ Často bývá solární systém pro ohřev TUV rozšířen o ohřev rodinného bazénu. Přidáním několika kolektorů, třicestného ventilu s odpovídající regulací a instalací odbočky k bazénovému výměníku tepla, vznikne dvoukruhový solární systém pro ohřev TUV a bazénu s vyšší výtěžností pro energetiku RD. V létě, kdy je solárního záření dostatek, prodlouží sezónu k využití bazénu minimálně o dva měsíce, navíc jej udržuje na příjemné teplotě a zvyšuje tak užitný komfort. Mimo toto období pak zajistí, díky zvýšené ploše solárních panelů, ohřev TUV také v měsících s menší nabídkou solárního záření. Na jaře, ještě před znovu zprovozněním bazénu, je možno přebytky tepelné energie použít k částečnému přitápění vřazením topného tělesa do primárního okruhu.⁸⁰

V projektu se počítá s variantou kolektoru Bramac BSK 6m².

6.3.1.4 Systém nuceného větrání s rekuperací tepelné energie

V posledních několika málo letech se i v naší republice posunul styl výstavby směrem k úsporám provozních energií. Stavební firmy i projektanti si již osvojili používání a navrhování skladeb dokonalejších tepelných izolací. Výrobci oken na trh dodávají stále kvalitnější výplně otvorů - jak po stránce tepelného odporu, tak i po stránce dokonalé

⁸⁰ Ohřev TUV solárními kolektory. *Solární ohřev TUV* [online]. 2009 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.solarobchod.cz/cz/reseni/solarni-ohrev-tuv/>

vzduchotěsnosti. Nehrozí již stav, kdy při jakémkoliv venkovním větru vlají záclony uvnitř bytu. A právě díky těmto změnám v koncepci výstavby je nutné vše řešit komplexně - i výměnu vzduchu - větrání. Na toto téma bylo zveřejněno mnoho příspěvků, které podrobně vysvětlují, jak se větralo v objektech např. z 19. století, kde se topilo v každé místnosti v kamnech. Větrání bylo zajištěno odvodem vzduchu při hoření, který odcházel komínem (společně i s částí prachu). Náhradou byl nasáván vzduch netěsnostmi v konstrukcích (popř. netěsnými okny). Na kamnech byl obvykle hrnec s vodou, odpar zvlhčoval vzduch.⁸¹

Současné domy, které jsou realizovány podle posledních zkušeností vědy a stavební techniky, jsou výrazně odlišné. Objekty jsou vytápěny uzavřeným systémem, používající nejčastěji jako zdroj energie plyn nebo elektřinu, bez nutnosti nasávání vzduchu na hoření z interiéru. Domy jsou velmi těsné, takže je na minimální míru potlačena neřízená infiltrace - přívod vzduchu štěrbinami v napojení konstrukcí. Každá domácnost ale produkuje vlhkost - odparem z květin, vařením, koupáním atd. Pokud není vyřešen odvod této vlhkosti, následkem může být i vznik plísní a degradace stavební konstrukce (hniloba). Jediným řešením na snížení relativní vlhkosti je větrání, které zároveň odvětrá i další škodliviny z interiéru (CO₂, formaldehyd atd.) a zajistí přívod čerstvého vzduchu do bytu. V těsných objektech ale není možné spoléhat pouze na otevírání oken - znamenalo by to např., že v zimním období v noci by bylo nutné vstávat cca každou 1,5 hod. a dokonale provětrat celou místnost. Realizovaná odvětrání WC a kuchyní (digestoře) také nemají velkou funkci - při zapnutí sice vzduch odsávají, ale po určité době v bytě vytvoří podtlak, protože objekt je těsný a není vytvořena cesta, kudy by se do domu nasával vzduch. Ventilátorky pak běží naprázdno, nebo jen s minimálním výkonem odsávání. Nárazovým větráním okny kromě možnosti vzniku "průvanu", diskomfortu a prochlazování konstrukcí ztrácíme i teplo, které vyvětráme. Jedno z možných řešení, u moderních vzduchotěsných objektů nezbytné, je použití nuceného větracího systému, nejlépe s rekuperací (znovuzískáváním energie z) odpadního tepla.⁸¹

⁸¹ Větrací systémy s rekuperací tepla pro bytovou výstavbu - teorie, návrh a použití. *Wwww.tzb-info.cz* [online]. 27.6.2005 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2579-vetraci-systemy-s-rekuperaci-odpadniho-tepla-pro-bytovou-vystavbu-teorie-navrh-a-pouziti-i>

Tento v podstatě velmi jednoduchý systém nasává vzduch z exteriéru, přefiltruje jej, přes výměník tepla mu předá teplo vzduchu, který odsává z objektu ven. Pokud se s instalací rekuperace počítá od začátku realizace projektu, je možné část přívodního vzduchového potrubí uložit pod zem. Tím se nasávaný čerstvý vzduch v zimě dále ohřeje a v létě naopak ochladí a celý systém může sloužit i pro chlazení objektu v letních měsících. Úspora energie na vytápění při užití takového systému může dosáhnout až 30%.

Navíc tento systém velmi zpříjemní užívání objektu alergikům, je totiž vybaven kvalitním mikrofiltrem nečistot a tím zabrání průniku alergenů do objektu.

V projektu se počítá s instalací rekuperační jednotky Nativa Ilto W100.

6.4 Volba konstrukce obvodového pláště, vliv na cenu realizace a provozní náklady objektu

6.4.1 Tepelně - izolační vlastnosti obvodového pláště a cena realizace

U obvodového pláště sledujeme hodnotu $R(m^2K/W)$ – který charakterizuje tepelný odpor materiálu, čím je jeho hodnota vyšší, tím lépe. Dále sledujeme hodnotu $U(W/m^2K)$ – součinitel prostupu tepla. Čím je tato hodnota nižší, tím hůře může teplo prostupovat z objektu ven a tím pro konstrukci lépe. Dále je sledována celková roční spotřeba energie, která vyjadřuje spotřebu energie na vytápění, ohřev TV, spotřebu na osvětlení a provoz elektrických spotřebičů v objektu. Měrná spotřeba energie budovy je pak hodnota spotřebované energie vztažená k jednomu metru čtverečnímu užité plochy objektu.

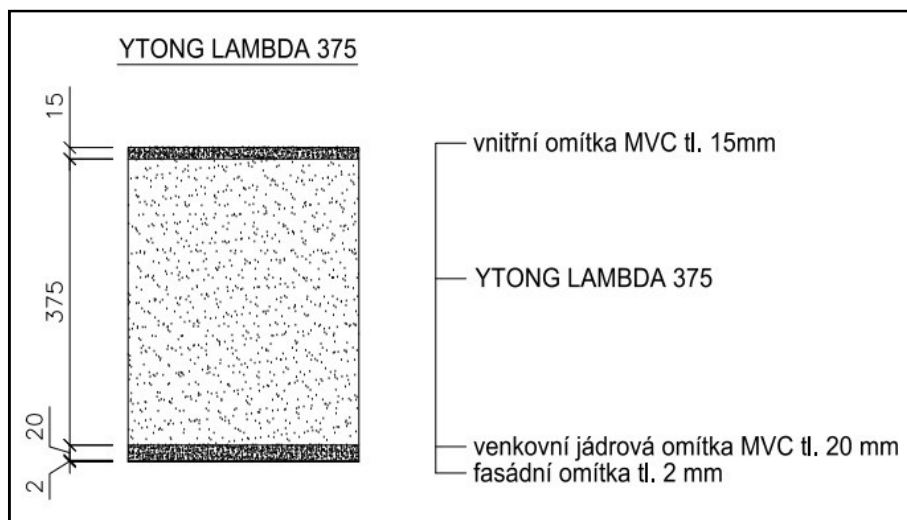
K provedení výpočtů posloužil program Energie 2009.

6.4.1.1 Obvodová stěna Ytong Lambda 375mm

Jedná se o velmi ekonomické řešení, které je často vidět na českých staveništích. Sám výrobce tento druh zdiva propaguje jako vhodné pro nízkoenergetické domy bez dodatečného zateplení. Jelikož tuto konstrukci považuji za velmi ekonomickou, je tomu přizpůsobena volba i některých dalších materiálů. Izolace základu je zvolena o síle

100mm, izolace podlah 1np o síle 60mm, izolace střechy Puren M o mocnosti 100mm. Výplně otvorů jsou voleny plastová okna a dveře s izolačním dvojsklem a hodnotou $U_w < 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vnitřní prostory garáže sousedící s vytápěnými místnostmi nejsou opatřeny žádnou izolací.

Obrázek 5 - řez obvodovou stěnou Ytong Lambda 375mm



Tabulka 2 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Ytong Lambda 375mm

Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Ytong Lambda 375mm			
Cena objektu		4 482 942 Kč	
R ($\text{m}^2\text{K/W}$)	U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m^2
4,45	0,216	22532	132,2
Předpokládané náklady na provoz objektu:			49 145 Kč
Energetické zařazení budovy:			C

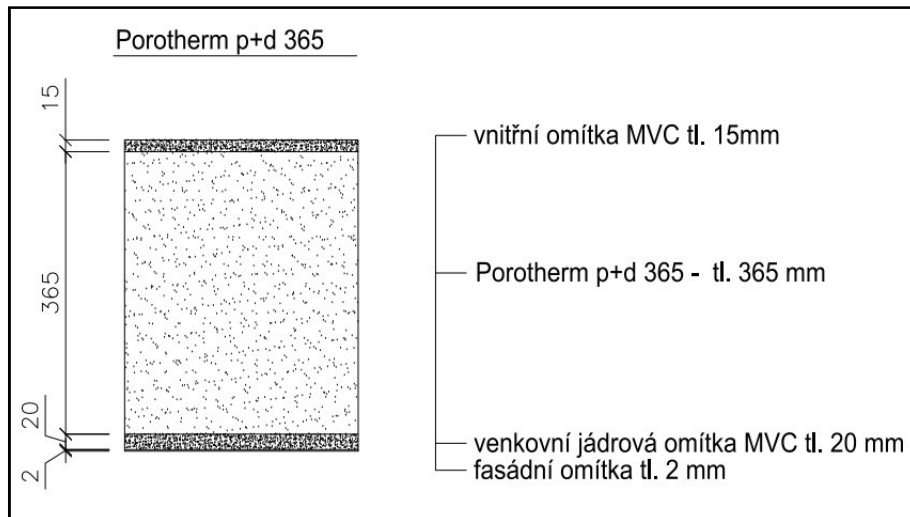
Tato konstrukce vyhoví požadavkům normy, ale provozní náklady objektu jsou dost vysoké a v následujících letech budou ještě výrazně růst.

6.4.1.2 Obvodová stěna Porotherm P+D 365mm

Tento materiál patří mezi další základní možnosti výstavby. Hodil by se ale spíše na vnitřní nosné zdivo, nebo v kombinaci se zateplením. I tato konstrukce je velmi

ekonomická, další materiály, které mají vliv na tepelný provoz objektu jsou proto voleny jako u předešlé konstrukce.

Obrázek 6 - řez obvodovou konstrukcí stěny Porotherm P+D 365mm



Tabulka 3 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Porotherm P+D 365mm

Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Porotherm P+D 365mm			
Cena objektu		4 492 985 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
2,64	0,356	25340	148,7
Předpokládané náklady na provoz objektu:			55 270 Kč
Energetické zařazení budovy:			D

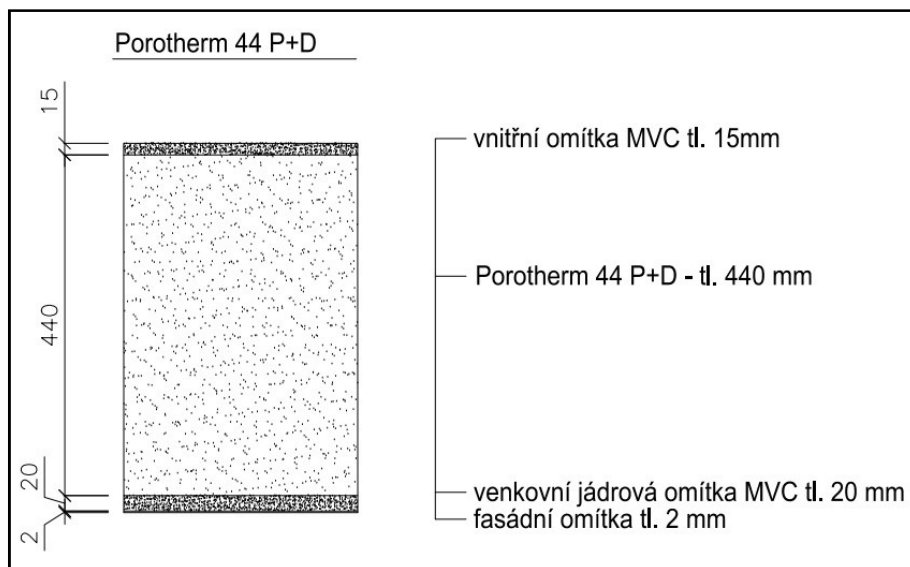
I když skladba všech konstrukcí individuálně vyhoví normovým požadavkům, objekt jako celek toho již není schopen. Taková konstrukce obvodového pláště je absolutně nevyhovující.

6.4.1.3 Obvodová stěna Porotherm P+D 440mm

Základní materiál konstrukce obvodového pláště - Cihlu Porotherm P+D 440mm můžeme vidět na českých staveništích velmi často. Buď samostatně, nebo v kombinaci s kontaktním zateplovacím systémem. I tento materiál svými hodnotami považuji za

ekonomický, proto je i zde skladba dalších materiálů volena s ohledem na nízké náklady výstavby, jako u předešlých variant.

Obrázek 7 - řez obvodovou stěnou Porotherm P+D 440mm



Tabulka 4 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Porotherm P+D 440mm

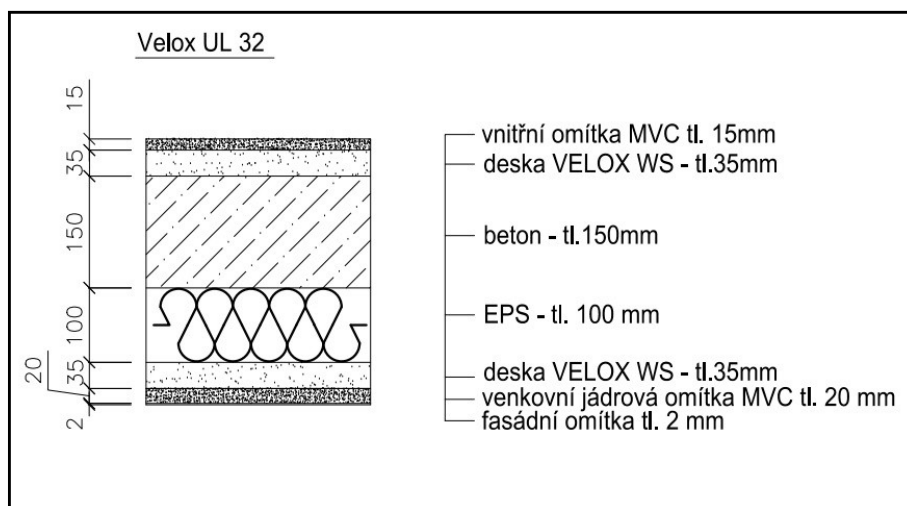
Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Porotherm P+D 440mm			
Cena objektu		4 545 523 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
3,17	0,299	24277	142,4
Předpokládané náklady na provoz objektu:			52 951 Kč
Energetické zařazení budovy:			D

Stejně jako u cihly Porotherm P+D 365mm, i v tomto případě jednotlivé konstrukční prvky vyhoví požadavkům normy, ale jako celek nevyhoví, byť o pouhé 0,4kWh/m². Proto bych tento materiál doporučil pouze v kombinaci s dalšími úspornými opatřeními.

6.4.1.4 Obvodová stěna ztraceným bedněním stěnou VELOX UL32

Tento stavební systém může sloužit jako varianta ke klasickým zdicím materiálům a dalším možným konstrukcím obvodových plášťů. Jedná se v tomto případě o základní stěnový prvek, který vyhoví základním požadavkům normy. Tato konstrukce je poslední z kategorie velmi ekonomických řešení a tomu odpovídá skladba ostatních konstrukcí, která je stejná, jako v předešlých případech.

Obrázek 8 - řez obvodovou stěnou VELOX UL 32



Tabulka 5 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny VELOX UL 32

Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce ztracené bednění stěnou VELOX UL32			
Cena objektu		4 607 490 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
3,65	0,262	23539	138,1
Předpokládané náklady na provoz objektu:			51 342 Kč
Energetické zařazení budovy:			C

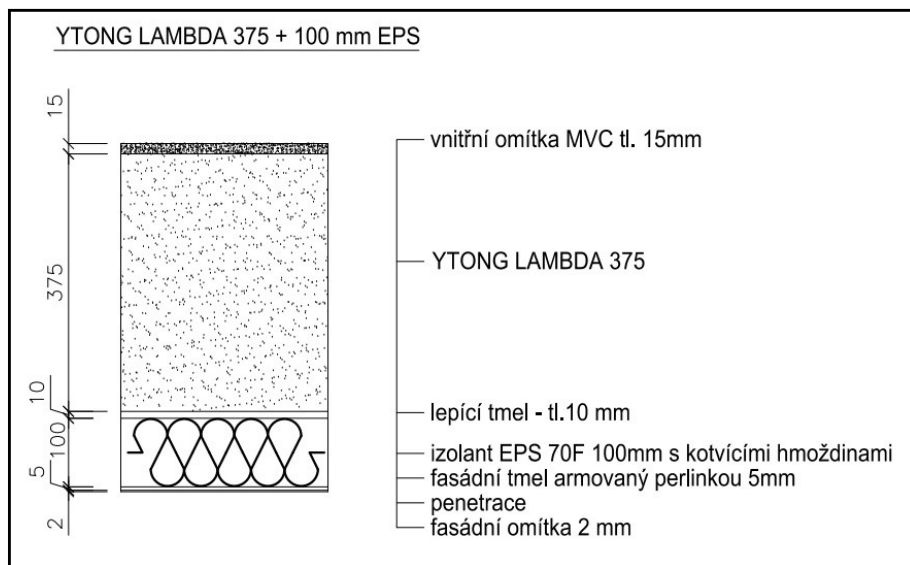
Z uvedených hodnot vyplývá, že tato konstrukce vyhoví základním požadavkům normy, pořizovací cena je ale výrazně vyšší, než u předešlých konstrukcí, náklady na provoz jsou při tom stejně vysoké. Tuto konstrukci bych proto také nedoporučoval.

6.4.1.5 Obvodová stěna Ytong Lambda 375mm + zateplení EPS 70F 100mm

I když výrobce tento druh zdiva propaguje jako vhodný pro nízkoenergetické domy bez dalšího zateplení, mnohdy se setkávám se jeho kombinací s kontaktním zateplovacím systémem. V tomto případě je volen polystyren EPS 70F o tloušťce 100mm.

Jelikož bude mít tato kombinace již tepelně izolační parametry splňující doporučení normy ČSN EN 73 0540, jsou k tomu adekvátně voleny i ostatní konstrukce. Základy jsou izolovány 160mm vrstvou polystyrenu XPS, izolace podlahy v 1np je realizovaná deskovým polystyrenem EPS 150S, střecha je izolována 180mm silnou vrstvou izolace Puren M. Výplně otvorů tvoří kvalitní okna s profilem Dimension+ a izolačním trojsklem s $U_w < 0,78 \text{ W/m}^2\text{K}$ a hliníkové dveře s izolačním trojsklem $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vnitřní stěny a strop garáže, které sousedí s vyhřívanými prostory, jsou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem za použití polystyrenu EPS 70F tloušťky 100mm.

Obrázek 9 - řez obvodovou stěnou Ytong Lambda 375mm se zateplením EPS 70F 100mm



Tabulka 6 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Ytong Lambda 375mm se zateplením EPS 70F 100mm

Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Ytong Lambda 375mm + zateplení 100mm polystyren EPS 70F			
Cena objektu		5 018 583 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
7,00	0,14	14218	83,4
Předpokládané náklady na provoz objektu:			31 011 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

Počítal jsem i s druhou variantou provedení domu, ten je navíc vybaven jednotkou pro nucené větrání s rekuperací tepelné energie a solárními panely pro ohřev TV.

Tabulka 7 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Ytong Lambda 375mm se zateplením EPS 70F, rekuperací a solárními panely

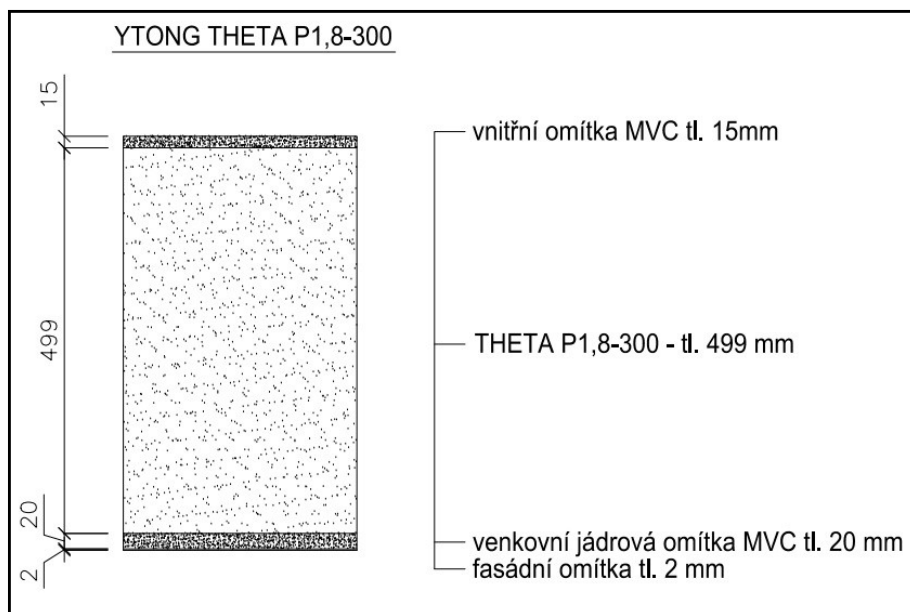
Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Ytong Lambda 375mm + zateplení 100mm polystyren EPS 70F + rekuperace + solar			
Cena objektu		5 278 338 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
7,00	0,14	10464	61,4
Předpokládané náklady na provoz objektu:			22 823 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

Tato varianta konstrukce již nabízí slušné tepelně izolační vlastnosti a tudíž i provozní náklady jsou mnohem příznivější, než tomu bylo u základních ekonomických variant. V kombinaci s rekuperací a solárními panely se pak provozní náklady ještě sníží.

6.4.1.6 Obvodová stěna Ytong Theta 500mm

Ytong Theta navazuje na úspěch pórobetonových cihel Ytong Lambda. Díky větší tloušťce stěny nabízí velmi příznivé tepelně izolační hodnoty bez nutnosti investice do dalšího zateplení. Doplnující konstrukce jsou voleny stejně, jako u předchozí varianty.

Obrázek 50 - řez obvodovou stěnou Ytong Theta 500mm



Tabulka 8 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Ytong Theta 500mm

Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Ytong Theta 500mm			
Cena objektu		4 956 079 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
6,29	0,155	14650	86,0
Předpokládané náklady na provoz objektu:			31 954 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

V kombinaci s nuceným větráním s rekuperací a solárními panely dojde k další úspoře energie.

Tabulka 9 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Ytong Theta 500mm s rekuperací a solárními panely

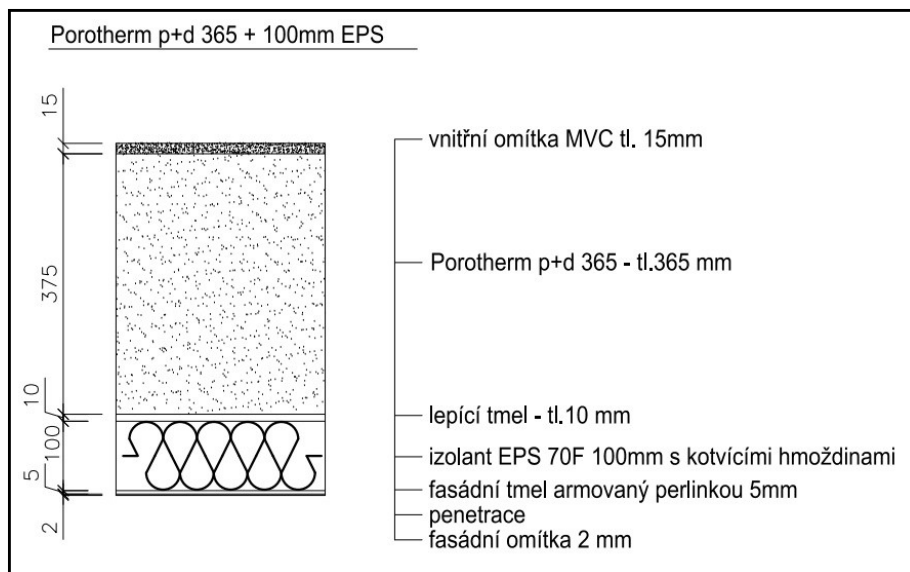
Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Ytong Theta 500mm + rekuperace + solar			
Cena objektu		5 215 834 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
6,29	0,155	10701	62,8
Předpokládané náklady na provoz objektu:			23 340 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

Zdivo Ytong Theta skutečně nabídne velmi pěkné tepelně izolační hodnoty, které hravě splní doporučení uvedené v normě ČSN EN 73 0540. Vzhledem k tomu, že není třeba investovat do dodatečného zateplení, je možné ušetřené prostředky investovat do úsporných technologií, jako je rekuperace a solární ohřev vody, a tím náklady na provoz dále snížit.

6.4.1.7 Obvodová stěna Porotherm P+D 365mm + zateplení EPS 70F 100mm

Obvodová konstrukce v kombinaci zdiva Porotherm P+D 365mm a kontaktního zateplení s izolací EPS 70F 100mm odstraňuje nedostatky, kterými trpěla stejná varianta bez zateplení. Jelikož instalace zateplení velmi výrazně zlepší tepelně izolační varianty, jsou tomu přizpůsobeny i další konstrukce stejně, jako tomu bylo v předešlém případě.

Obrázek 11 - řez obvodovou stěnou Porotherm P+D 365mm se zateplením EPS 70F 100mm



Tabulka 10 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Porotherm P+D 365mm se zateplením EPS 70F 100mm

Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Porotherm P+D 365mm + zateplení polystyren 100mm EPS 70F			
Cena objektu		4 982 972 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
5,19	0,187	15277	89,6
Předpokládané náklady na provoz objektu:			33 321 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

V kombinaci s rekuperací a solárními panely dosáhne objekt hodnot, uvedených v následující tabulce.

Tabulka 11 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Porotherm P+D 365mm se zateplením EPS 70F 100mm, rekuperací a solárními panely

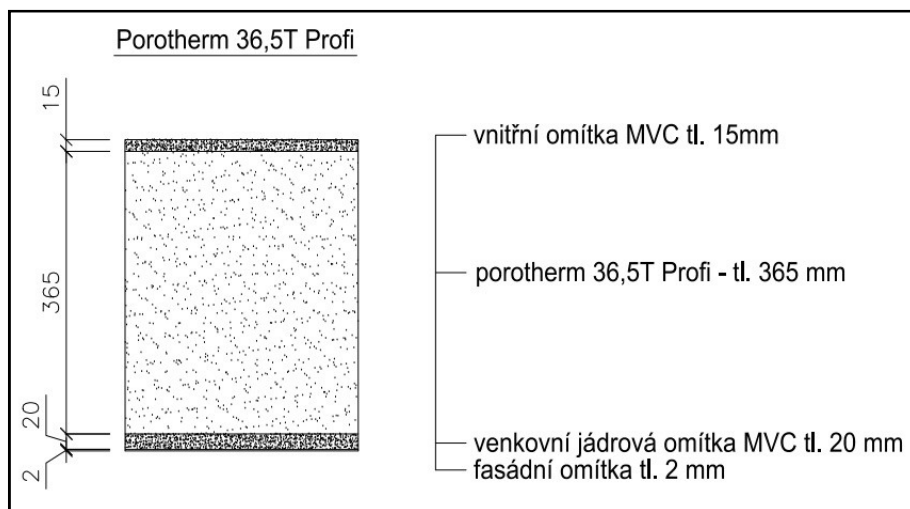
Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Porotherm P+D 365mm + zateplení polystyren 100mm EPS 70F + rekuperace + solar			
Cena objektu		5 242 727 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
5,19	0,187	11451	67,2
Předpokládané náklady na provoz objektu:			24 976 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

konstrukce hravě splní požadavky normy ČSN EN 73 0540. Náklady objektu se díky tomu drží v rozumných mezích.

6.4.1.8 Obvodová stěna Porotherm36,5T Profi na PUR

Obvodová konstrukce ze zdiva Porotherm 36,5T Profi je zajímavá tím, že se ke zdění nepoužívá malta, ale moderní zdící PUR pěna, která odstraňuje tepelné mosty omítkou a navíc umožňuje zdít i v teplotách do -5°C, kdy už není možné používat klasickou maltu. Navíc jsou průduchy vyplněny minerální vatou a díky tomu cihla i v rozměru 365mm dosahuje výborných tepelně izolačních hodnot. Doplňkové konstrukce jsou shodné jako u předešlé varianty.

Obrázek 12 - řez obvodovou stěnou Porotherm 36,5T Profi



Tabulka 12 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Porotherm 36,5T Profi

Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Porotherm 36,5T Profi 365mm na PUR			
Cena objektu		4 887 536 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
4,91	0,197	15458	90,7
Předpokládané náklady na provoz objektu:			33 716 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

V kombinaci s dalšími uvažovanými úspornými technologiemi dosáhneme následujících hodnot.

Tabulka 13 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Porootherm 36,5T Profi s rekuperací a solárními panely

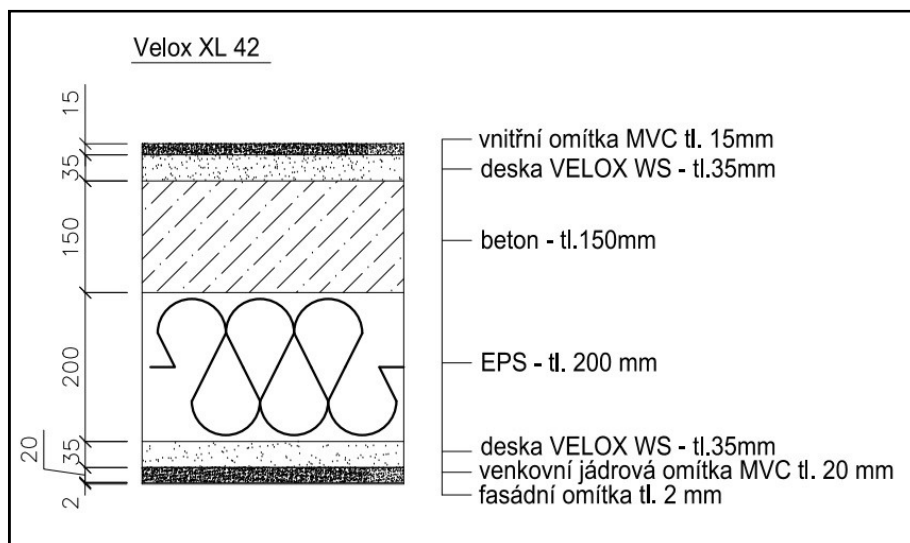
Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Porootherm 36,5T Profi 365mm na PUR + rekuperace + solar			
Cena objektu		5 147 290 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
4,91	0,197	11451	67,2
Předpokládané náklady na provoz objektu:			24 976 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

Tato varianta nabídne velmi příjemné tepelně izolační vlastnosti v kombinaci s nízkými realizačními náklady. Vzhledem k tomu, že není potřeba využít dodatečné zateplení, dojde k významné úspoře při realizaci objektu. V kombinaci s rekuperací a solárním ohřevem pak objekt nabízí vysoký standard s příjemnými provozními náklady.

6.4.1.9 Obvodová stěna ztraceným bedněním stěnou VELOX XL42

Jedná se v podstatě o nejúspornější variantu, kterou je možné ze systému VELOX poskládat. Bohužel systém ztraceného bydlení není nejlevnější na realizaci, proto jsou počáteční náklady vyšší, než u klasických zděných konstrukcí. Ostatní konstrukce jsou voleny stejně, jako u předchozího příkladu.

Obrázek 13 - řez obvodovou stěnou VELOX XL 42



Tabulka 14 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny VELOX XL 42

Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce ztracené bednění stěnou VELOX XL42			
Cena objektu		5 000 994 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
6,21	0,157	14822	87,0
Předpokládané náklady na provoz objektu:			32 329 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

Objekt osazený solárními panely a rekuperací dosáhne těchto hodnot.

Tabulka 15 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny VELOX XL 42 s rekuperací a solárními panely

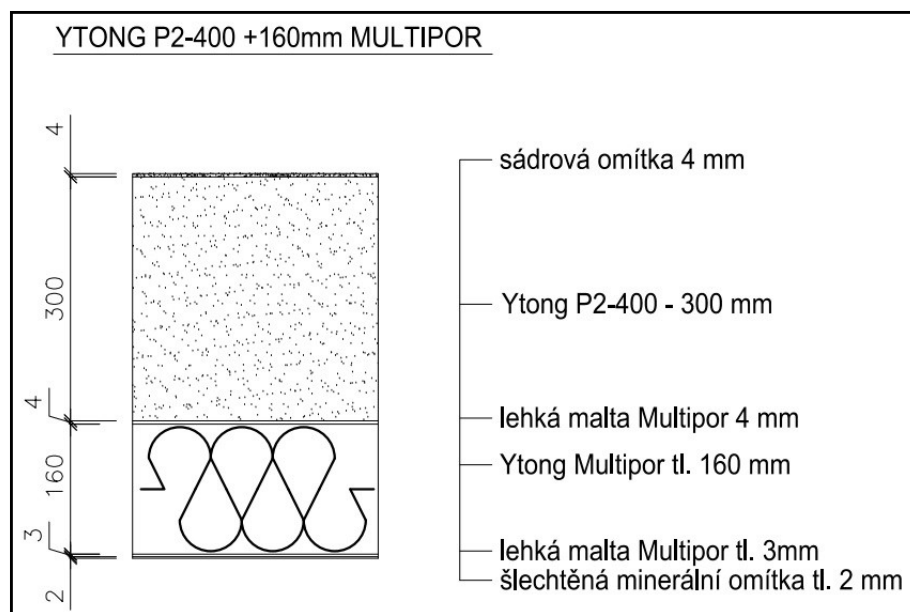
Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce ztracené bednění stěnou VELOX XL42 + rekuperace + solar			
Cena objektu		5 260 749 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
6,21	0,157	10861	63,7
Předpokládané náklady na provoz objektu:			23 689 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

V porovnání se stěnou systému VELOX UL32 nabízí tato varianta velmi pěkné tepelně izolační vlastnosti, které zaručí úsporný provoz objektu. Bohužel, stejně jako u stěny VELOX UL32, i zde jsou velmi vysoké realizační náklady, které pravděpodobně odradí mnoho potenciálních investorů.

6.4.1.10 Obvodová stěna Ytong P2-400 300mm + zateplení Ytong Multipor 160mm

Jedná se o systémové řešení společnosti Xella, které firma propaguje jako vhodné pro nízkoenergetické a pasivní domy. Tato kombinace díky stejnému složení obou stěžejních materiálů vytváří velmi příjemné mikroklima objektu a dovoluje mu dýchat. Ostatní izolační konstrukce jsou voleny stejně, jako u předchozího příkladu.

Obrázek 14- řez obvodovou stěnou Ytong P2-400 300mm se zateplením deskami Ytong Multipor 160mm



Tabulka 15 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Ytong P2-400 300mm se zateplením Ytong Multipor 160mm

Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Ytong P2-400 300mm + zateplení Multipor 160mm			
Cena objektu		5 059 235 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
6,1	0,16	14774	86,7
Předpokládané náklady na provoz objektu:			32 224 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

Projekt, který jsem získal, byl realizován právě v této skladbě v kombinaci se solárními panely a rekuperací.

Tabulka 16 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Ytong P2-400 300mm se zateplením Ytong Multipor 160mm, rekuperací a solárními panely

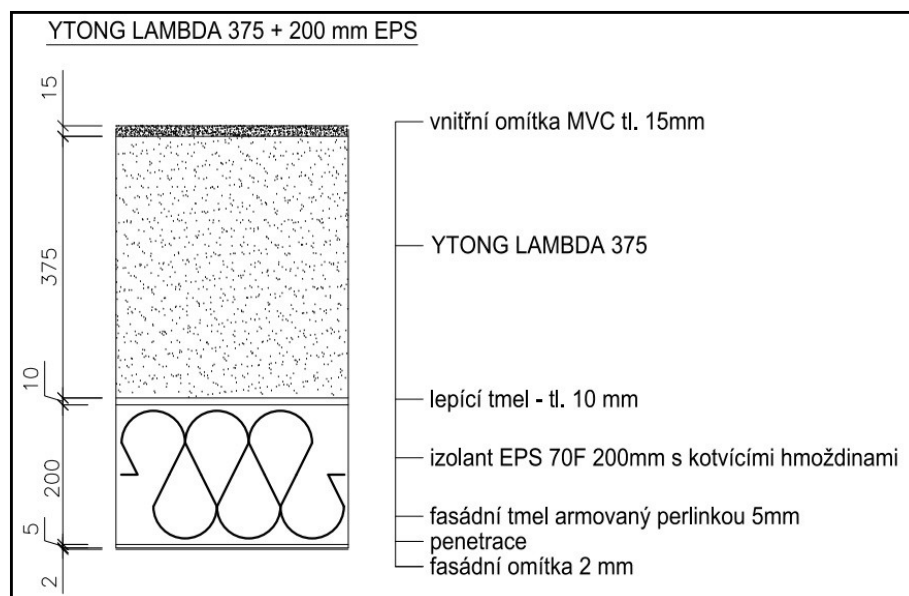
Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Ytong P2-400 300mm + zateplení Multipor 160mm + rekuperace + solar			
Cena objektu		5 318 550 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
6,1	0,16	9575	56,2
Předpokládané náklady na provoz objektu:			20 884 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

Tato varianta objektu, zejména v kombinaci s rekuperací a solárním ohřevem zajistí velmi příjemné bydlení s minimálními provozními náklady. Bohužel vyššímu standardu odpovídá i vyšší realizační cena.

6.4.1.11 Obvodová stěna Ytong Lambda 375mm + zateplení EPS 70F 200mm

U konstrukce Ytong Lambda 375mm v kombinaci s kontaktním zateplením polystyrenem EPS 70F v tloušťce 200mm lze předpokládat výtečné tepelně izolační vlastnosti. Proto byly ostatní izolační konstrukce, které jsou stejné jako u předešlého příkladu, navíc doplněny o 100mm minerální vlny v podhledu 2np.

Obrázek 15- řez obvodovou stěnou Ytong Lambda 375 mm se zateplením EPS 70F 200mm



Tabulka 17 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Ytong Lambda 375mm se zateplením EPS 70F 200mm

Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Ytong Lambda 375mm + zateplení polystyren 200mm EPS 70F			
Cena objektu		5 061 795 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
9,56	0,103	11988	70,3
Předpokládané náklady na provoz objektu:			26 147 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

K dalšímu snížení provozních nákladu dojde po instalaci rekuperace a solárního ohřevu TV.

Tabulka 18 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Ytong Lambda 375mm
se zateplením EPS 70F 200mm

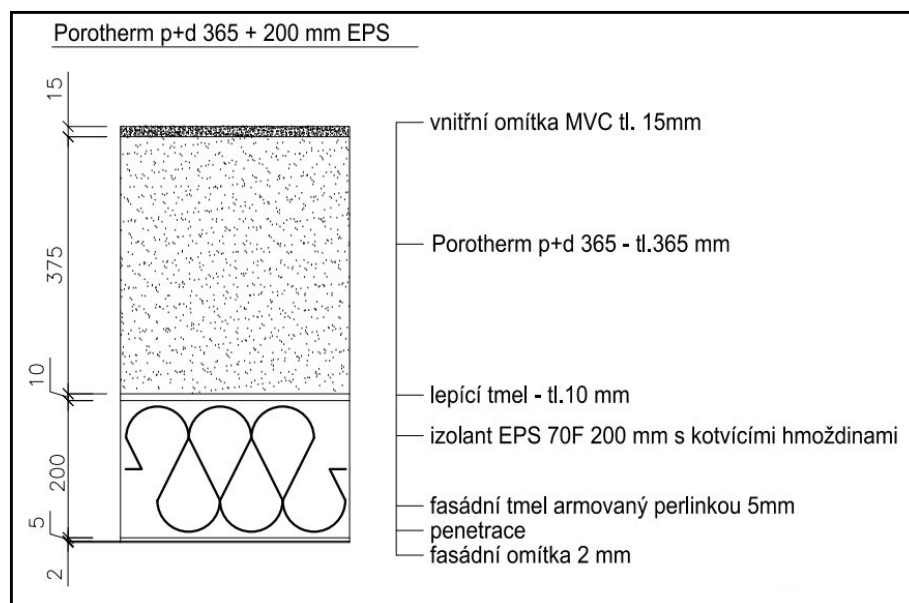
Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Ytong Lambda 375mm + zateplení polystyren 200mm EPS 70F + rekuperace + solar			
Cena objektu		5 321 550 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
9,56	0,103	7340	43,1
Předpokládané náklady na provoz objektu:			16 010 Kč
Energetické zařazení budovy:			A

Měrná spotřeba budovy již odpovídá hodnotám předepsaným pro úsporné domy a to řadí objekt do energetické třídy A.

6.4.1.12 Obvodová stěna Porotherm P+D 365mm + zateplení EPS 70F 200mm

Varianta konstrukce z cihel Porotherm P+D 365mm v kombinaci s kontaktním zateplením polystyrenem EPS 70F plně předpokládám plné odstranění nedostatečných tepelně izolačních vlastností zdiva, které byly zjištěny v předchozích příkladech. Ostatní tepelně izolační konstrukce jsou ve stejném rozsahu, jako u předešlého příkladu, včetně doplnění podhledu 2np o 100mm minerální vatu.

Obrázek 16 - řez obvodovou stěnou Porotherm P+D 365mm se zateplením EPS 70F 200mm



Tabulka 19 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Porotherm P+D 365mm se zateplením EPS 70F 200mm

Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Porotherm P+D 365mm + zateplení polystyren 200mm EPS 70F			
Cena objektu		5 026 184 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
7,76	0,126	12795	75,1
Předpokládané náklady na provoz objektu:			27 908 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

Konstrukce v kombinaci s rekuperací a solárním ohřevem dále sníží provozní náklady objektu a hodnotu měrné spotřeby budovy.

Tabulka 20 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Porotherm P+D 365mm se zateplením EPS 70F 200mm, rekuperací a solárními panely

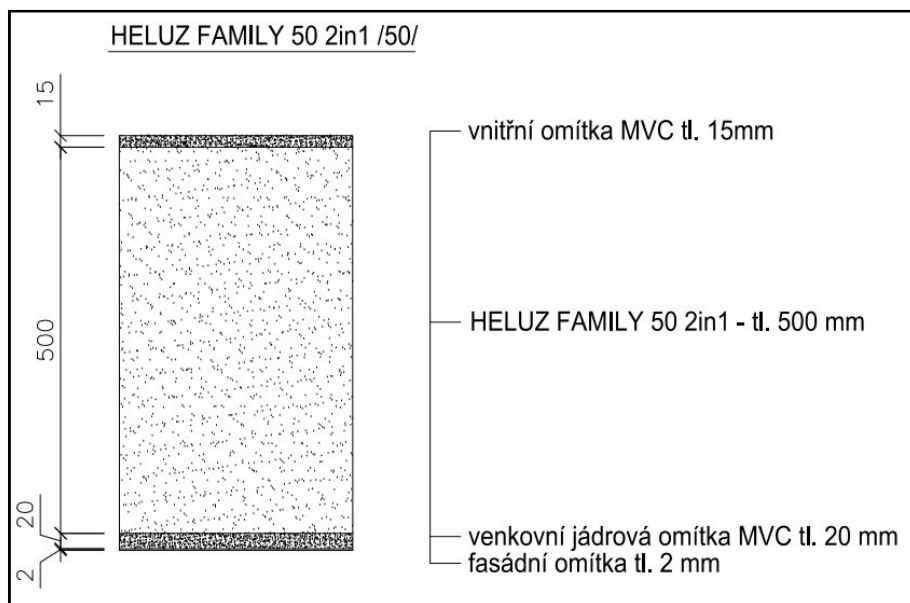
Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Porotherm P+D 365mm + zateplení polystyren 200mm EPS 70F + rekuperace + solar			
Cena objektu		5 285 938 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
7,76	0,126	9059	53,2
Předpokládané náklady na provoz objektu:			19 759 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

Jak jsem předpokládal, kombinace zdiva Porotherm P+D 365mm se zateplením EPS 70F 200mm nabídne velmi dobré tepelně izolační vlastnosti na hranici parametrů pro úsporné budovy. Po instalaci úsporných technologií provozní náklady dále klesnou.

6.4.1.13 Obvodová stěna HELUZ Family 2in1 50 na PUR

Zdivo Heluz Family 2in1 50 má, stejně jako zdivo Porotherm 36,5T profil, průduchy vyplněné minerální vatou. Díky tomu je tato cihla mimořádně úsporná, není již potřeba instalovat dodatečné zateplení, navíc se doporučuje provádět přesné zdění na zdící PUR pěnu, které dále sníží tepelné ztráty objektu a zaručí rychlou a velmi přesnou výstavbu i za zhoršených klimatických podmínek až do -5°C. Doprovodné tepelně izolační konstrukce jsou stejné jako u předchozího příkladu.

Obrázek 17 - řez obvodovou stěnou Heluz FAMILY 2in1



Tabulka 21 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Heluz FAMILY 2in1

Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Heluz Family 50 2in1 na PUR			
Cena objektu		5 054 264 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
8,94	0,11	12475	73,2
Předpokládané náklady na provoz objektu:			27 210 Kč
Energetické zařazení budovy:			B

Velmi dobré vlastnosti konstrukce se dále sníží instalací rekuperace a solárních panelů.

Tabulka 22 - tepelně izolační vlastnosti obvodové stěny Heluz FAMILY 2in1 s rekuperací a solárními panely

Vlastnosti objektu - Obvodová konstrukce zdivo Heluz Family 50 2in1 na PUR + rekuperace + solar			
Cena objektu		5 314 019 Kč	
R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²
8,94	0,11	7755	45,5
Předpokládané náklady na provoz objektu:			16 915 Kč
Energetické zařazení budovy:			A

Zdivo Heluz Family 2in1 50 nabízí skutečně špičkové tepelně izolační hodnoty, kterých ostatní zdiva dosáhnou pouze v kombinaci s masivním zateplením. Díky tomu jsou provozní náklady velmi přívětivé a po instalaci doplňujících moderních úsporných technologií dále poklesnou. Provozovat takový dům musí být radost a z dlouhodobého hlediska se určitě investice v počátku vložené zúročí.

6.4.1.14 Závěrečné shrnutí hodnot

Následující tabulka shrnuje předešlé informace a umožňuje porovnávat všechny tepelně izolační hodnoty, náklady na realizaci a provoz a další zjištěné hodnoty.

Tabulka 23 - závěrečné shrnutí tepelně izolační hodnot obvodových stěn

konstrukce obvodového pláště	cena objektu	R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	Celková roční dodaná energie (kWh)	Měrná spotřeba energie budovy kWh/m ²	Předpokláda né náklady na provoz objektu:	Energeti cké zařazení budovy:
Zdivo Ytong Lambda 375mm	4 482 942 Kč	4,45	0,216	22532	132,2	49 145 Kč	C
Zdivo Porotherm P+D 365mm	4 492 985 Kč	2,64	0,356	25340	148,7	55 270 Kč	D
Zdivo Porotherm P+D 440mm	4 545 523 Kč	3,17	0,299	24277	142,4	52 951 Kč	D
Ztracené bednění stěnou Velox UL32	4 607 490 Kč	3,65	0,262	23539	138,1	51 342 Kč	C
Zdivo Ytong Lambda 375mm + zateplení polystyren EPS 70F 100mm	5 018 583 Kč	7,00	0,14	14218	83,4	31 011 Kč	B
Zdivo Ytong Lambda 375mm + zateplení polystyren EPS 70F 100mm + rekuperace + solar	5 278 338 Kč	7,00	0,14	10464	61,4	22 823 Kč	B
Zdivo Ytong Theta 500mm	4 956 079 Kč	6,29	0,155	14650	86	31 954 Kč	B
Zdivo Ytong Theta 500mm + rekuperace + solar	5 215 834 Kč	6,29	0,155	10701	62,8	23 340 Kč	B
Zdivo Porotherm P+D 365mm + zateplení polystyren EPS 70F 100mm	4 982 972 Kč	5,19	0,187	15277	89,6	33 321 Kč	B
Zdivo Porotherm P+D 365mm + zateplení polystyren EPS 70F 100mm + rekuperace + solar	5 242 727 Kč	5,19	0,187	11451	67,2	24 976 Kč	B
Zdivo Porotherm 36,5T Profi na PUR	4 887 536 Kč	4,91	0,197	15458	90,7	33 716 Kč	B
Zdivo Porotherm 36,5T Profi na PUR + rekuperace + solar	5 147 290 Kč	4,91	0,197	11451	67,2	24 976 Kč	B
Ztracené bednění stěnou Velox XL42	5 000 994 Kč	6,21	0,157	14822	87	32 329 Kč	B
Ztracené bednění stěnou Velox XL42 + rekuperace + solar	5 260 749 Kč	6,21	0,157	10861	63,7	23 689 Kč	B
Zdivo Ytong P2-400 + zateplení Ytong Multipor 160mm	5 059 235 Kč	6,1	0,16	14774	86,7	32 224 Kč	B
Zdivo Ytong P2-400 + zateplení Ytong Multipor 160mm + rekuperace + solar	5 318 989 Kč	6,1	0,16	9575	56,2	20 884 Kč	B
Zdivo Ytong Lambda 375mm + zateplení polystyren EPS 70F 200mm	5 061 795 Kč	9,56	0,103	11988	70,3	26 147 Kč	B
Zdivo Ytong Lambda 375mm + zateplení polystyren EPS 70F 200mm + rekuperace + solar	5 321 550 Kč	9,56	0,103	7340	43,1	16 010 Kč	A
Zdivo Porotherm P+D 365mm + zateplení polystyren EPS 70F 100mm	5 026 184 Kč	7,76	0,126	12795	75,1	27 908 Kč	B
Zdivo Porotherm P+D 365mm + zateplení polystyren EPS 70F 100mm + rekuperace + solar	5 285 938 Kč	7,76	0,126	9059	53,2	19 759 Kč	B
Zdivo Heluz Family 50 2in1 na PUR	5 054 264 Kč	8,94	0,11	12475	73,2	27 210 Kč	B
Zdivo Heluz Family 50 2in1 na PUR + rekuperace + solar	5 314 019 Kč	8,94	0,11	7755	45,5	16 915 Kč	A

6.4.2 Tepelně - izolační vlastnosti obvodového pláště a náklady na provoz objektu

S počáteční investicí do realizace projektu, volbou konstrukce a jejími tepelně izolačními vlastnostmi jsou pevně spjaty dlouhodobé náklady na provoz. Až dlouhodobý provoz může ukázat, zda byly vynaložené investice a volba konstrukce obvodového pláště vhodné.

Objekt je vytápěn ústředním vytápěním. K ohřevu vody je použitý elektrický kotel Protherm 9kw. Pro ohřev TV slouží kotel Reguli RBC 300l, opatřený 3kW topnou spirálou, který lze volitelně kombinovat se solárním ohřevem TV.

Díky této konfiguraci je možné po připojení k síti na svém dodavateli požadovat takový tarif pro dodávku elektrické energie, který je časově rozdělený na nízký tarif, kdy běží ohřev TV a kotle pro vytápění a vysoký tarif, kdy jsou tyto spotřebiče blokovány.

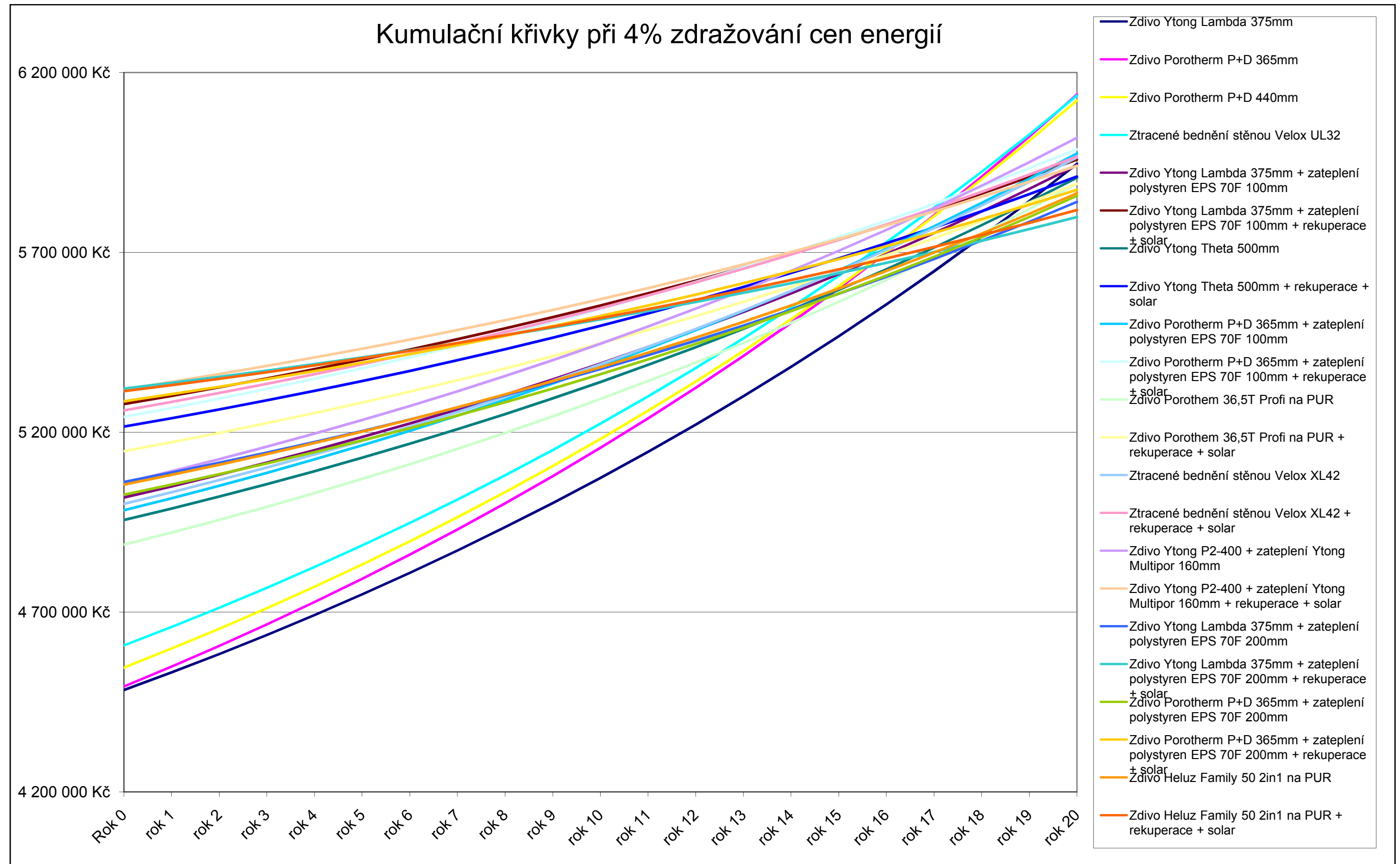
Pro výpočty je použit tarif společnosti ČEZ a.s., konkrétně D26d. Tento tarif běží 8 hodin v nízkém pásmu a 16 hodin ve vysokém pásmu. Ceny dodaných energií jsou 2,076Kč/kWh v nízkém tarifu, respektive 3,825Kč/kWh ve vysokém tarifu. Při výpočtech jsem uvažoval běh boileru a kotle pouze na nízký tarif, ostatní odběr energií jsem rozdělil půl na půl mezi nízký a vysoký tarif.

Jelikož provoz objektu je dlouhodobá záležitost a ceny energií se stále zvyšují, je třeba sledovat růst nákladů na provoz z dlouhodobého hlediska. Rozhodl jsem se pro období 20ti let a růst cen energií ve výši 4%, respektive 8%.

6.4.2.1 4% růst cen energií

Následující graf zachycuje kumulaci nákladů na realizaci a provoz objektu. Růst cen za energie je předpokládán ve výši 4% ročně.

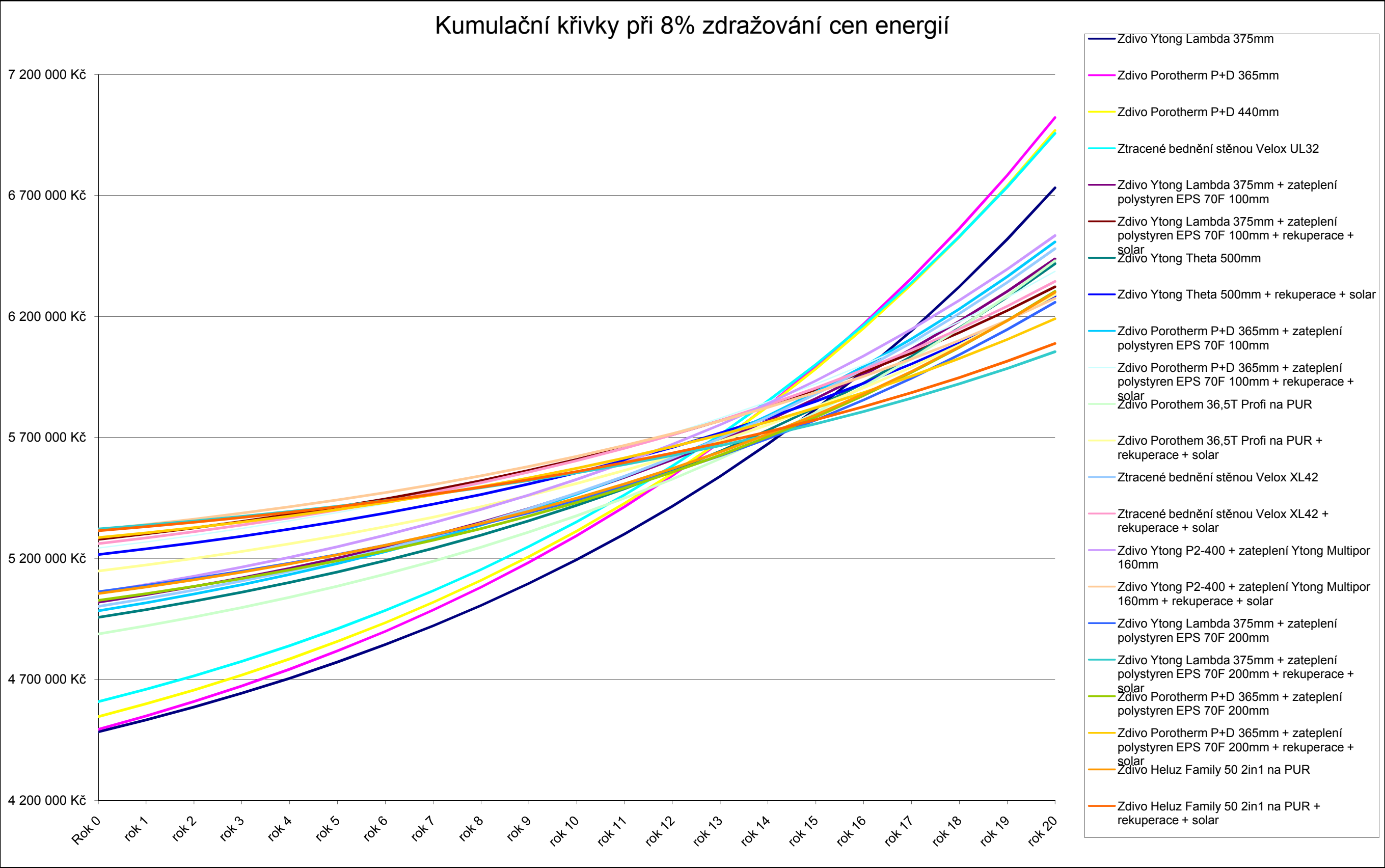
Obrázek 18 - Graf kumulační křivky nákladů na realizaci a provoz při 4% zdražování cen energie



6.4.2.2 8% růst cen energií

Následující graf zachycuje kumulaci nákladů na realizaci a provoz objektu. Růst cen za energie je předpokládán ve výši 8% ročně. Takto vysoký růst bude spíše odpovídat realitě budoucích let

Obrázek 19- Graf kumulační křivky nákladů na realizaci a provoz při 4% zdražování cen energie



6.4.2.3 Vyhodnocení předpokládaných nákladů na provoz

Z Obou grafů je jasně vidět, že se na nákladech na realizaci objektu nevyplatí šetřit a volba správného materiálu se z dlouhodobého hlediska vyplatí.

U ekonomických variant konstrukcí mě velmi mile překvapily výsledky zdiva Ytong Lambda 375mm. Daná konstrukce je nejlevnější, navíc bude výstavba velmi rychlá, bez komplikací s instalací dodatečného zateplení. Díky slušným tepelně izolačním vlastnostem si i v kumulaci nákladů na realizaci a provoz dlouho drží pozici nejúspornějšího systému. Při 4% zdražování cen energií tento stav setrvává až do 18tého roku provozu. Pak již ale získávají výhodu dražší konstrukce s lepšími tepelně izolačními vlastnostmi a během následujících tří let tuto variantu překonají. Při 8% zdražování, které asi bude reálněji vystihovat situaci následujících let, dochází k tomuto zvratu již v průběhu 15tého roku. I tak bych se ale vzhledem k nízkým nákladům na realizaci, snadné a rychlé výstavby nebál tuto variantu doporučit. Stále je zde prostor k instalaci dodatečného zateplení, případně jiných úsporných technologií a tím kumulační křivku nákladů v budoucnu zploštit.

U standardních variant bych doporučil zejména ty konstrukce, u kterých se nepočítá s dodatečným zateplením. Zaměřil bych se na konstrukce ze Zdiva Porotherm 36,5T Profi, případně Ytong Theta 500mm. Díky možnosti přesného zdění u cihel Ytong, respektive zdění na PUR pěnu bude výstavba velmi rychlá a tepelně izolační vlastnosti příznivé. Případná investice do rekuperace a solárního ohřevu se na kumulační křivce při 4% zdražování pozitivně projeví za 20 let provozu. Pokud budu uvažovat reálnější 8% zdražování cen energií, projeví se tato investice pozitivně již za 16 let. Navíc i zde je prostor pro instalaci dodatečného zateplení v průběhu životnosti konstrukce.

U nejlepších zde uvedených konstrukcí bych vyzdvihl zejména zdivo Heluz Family 2in1 a kombinaci zdiva Ytong Lambda 375mm se zateplením EPS 70F 200mm. Tyto dvě konstrukce jsou si velmi blízké cenou realizace, provozními náklady i tepelně izolačními vlastnostmi. I přes vyšší počáteční cenu při 4% zdražování cen energií překonají v kumulačních nákladech ostatní konstrukce někdy kolem 18tého roku a pokud budu uvažovat 8% zvyšování cen, překonávají ostatní konstrukce již mezi 12tým a 14tým rokem. Lepších výsledků dosáhnou pouze tyto konstrukce, které jsou navíc osazeny rekuperací a solárním ohřevem TV. K protnutí kumulačních křivek opět dochází mezi 15tým(8% zdražování cen) a 18tým(4% zvyšování cen)rokem. Osobně

bych volil spíše zdivo Heluz. Díky absenci kontaktního zateplení ušetřím při výstavbě několik technologických etap, které jsou navíc velmi náročné na kvalitu provedení a tím možný vznik tepelných mostů, úniků energie a vlhnutí/plesnivění zdiva v místech s nekvalitně provedeným kontaktním zateplením.

Zdivo Heluz Family 2in1 je pro mě jasným favoritem v případě realizace výstavby.

Dále bych chtěl poukázat na velmi zajímavý jev u konstrukcí, které obsahují kontaktní zateplovací systém EPS 70F. Rozdíl v ceně mezi variantou se 100mm tloušťkou izolace a 200mm tloušťkou izolace bývá minimální, v podstatě vyjádřený pouze rozdílem ceny izolantu za m². Při realizaci kontaktního zateplení bych se izolantům s tloušťkou kolem 100mm vyhnul, raději bych doporučil použít pokud možno co největší možnou tloušťku.

Na cenu realizace to bude mít jen malý vliv v řádu procenta z celkové ceny, ale tato investice se vrátí formou úspor na provoz objektu během několika let.

Další investice do úsporných technologií mohou také doporučit, pokud tomu kvalitativně odpovídá zvolená konstrukce. Investované prostředky se nejpozději do 20ti let vrátí v podobě úspor za provoz objektu. Navíc tyto technologie zvyšují komfort užívání objektu.

7 Závěr

V průběhu diplomové práce jsem se pokusil nastínit základní problematiku volby stavebního materiálu, případně kombinace stavebních materiálů, její vliv na cenu realizace, a zejména na výši provozních nákladů.

Ukázalo se, že počáteční vyšší investice se stavebníkovi při správné volbě materiálů vždy vrátí. Většinou k návratnosti investice dochází někde mezi 15tým a 20tým rokem. Stejně tak mě potěšilo zjištění, že investice do úsporných technologií, jako je rekuperace vzduchu, nebo solární ohřev teplé vody mají rozhodně smysl. Nejen, že zvyšují komfort užívání objektu, ale velmi významně snižují náklady na provoz objektu a nejpozději v 18tém roce stavebníkovi vrátí investované prostředky formou úspor za provoz objektu. Navíc zaručí mnohem pomalejší růst nákladů v dlouhodobém horizontu užívání stavby, kdy se budou nůžky mezi vysokými provozními náklady ekonomických řešení a nízkými provozními náklady úspornějších řešení každým rokem více a více rozvírat.

Proto je třeba při výběru materiálu uvažovat nejen o aktuální ceně, ale i o přidaných vlastnostech materiálu, které zajistí dlouhodobé úspory při provozu objektu.

Překvapilo mě, že jsou na trhu běžně dostupné materiály, které zaručí špičkové tepelně izolační vlastnosti objektu bez nutnosti obalit celý objekt metry čtverečními polystyrenu. Za všechny bych zmínil zdivo Heluz Family 2in1 50 zaručuje takové parametry objektu, že již není třeba uvažovat o instalaci dodatečného zateplení.

Na druhou stranu mě nemile překvapilo, že žádná ze zvolených konstrukcí neumožní zařadit objekt mezi pasivní domy. Po konzultaci s odborníkem jsem pochopil, že pasivní stavby vyžadují ještě mnohem komplexnější přístup a není možné zanedbat žádný detail v konstrukci, provedení a volbě stavebních materiálů.

Proto si každý investor před zahájením stavby musí určit priority a očekávání, které bude ve vztahu k stavebnímu dílu mít a konzultovat jejich reálnost a dosažitelnost s přijatelnými náklady a složitostí výstavby s odborníkem.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BUCHTA, Miroslav. *Manažerská ekonomika*. 3. vyd. Pardubice : Tiskařské středisko Univerzity Pardubice , 2005. 191 s. ISBN 80-7194-726-155-702-05.
- [2] *CityPlan* [online]. 2006 [cit. 2011-10-28]. Projekt LCC Data. Dostupné z WWW: <<http://www.cityplan.cz/projekt-lcc-data-815.html>>.
- [3] ČÁPOVÁ, D. , et al. *Centrum integrovaného navrhování progresivních stavebních konstrukcí* [online]. 2007-11-15 [cit. 2011-10-27]. Technické listy. Dostupné z WWW: <http://www.cideas.cz/free/okno/technicke_listy/4tlv/TL07CZ_1112-3.pdf>.
- [4] *Energetický průkaz* [online]. 2010 [cit. 2011-10-28]. Energetický štítek obálky budovy . Dostupné z WWW: <<http://www.energeticky-prukaz.com/energeticky-stitek.aspx>>.
- [5] *Energetický průkaz* [online]. 2010 [cit. 2011-10-28]. Průkaz energetické náročnosti budovy. Dostupné z WWW: <<http://www.energeticky-prukaz.com/energeticky-prukaz.aspx>>.
- [6] HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika a management 13 : Stavební dílo - přednášky - sešit B1*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2004. 82 s.
- [7] HAČKAJLOVÁ, Ludmila . *Ekonomika stavebního díla : Stavební ekonomika - část III.*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1998. 70 s. ISBN 80-01-01425-8.
- [8] HEJDUKOVÁ, Amálie ; HRONÍKOVÁ, Marta . *BV 10 Financování stavební zakázky*. Brno : Fast, 2006. 71 s.
- [9] JELEN, Václav. *Ekonomika stavebního díla 40: Příprava a řízení staveb*. 2. přepracované vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004, 173 s. ISBN 80-01-02965-4.
- [10] KADLČÁKOVÁ, Anna. *Ekonomika ve stavebnictví 20 : Ceny, náklady, kalkulace*. 1. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2002. 206 s. ISBN 80-01-02436-9.
- [11] KOHOUT, Pavel. *Investiční strategie pro třetí tisíciletí*. 3. rozšířené vyd. . Praha : Grada Publishing, 2003. 276 s. ISBN 80-247-0560-5.
- [12] KORYTÁROVÁ, Jana. *CV 05 Investování: Modul M01*. Brno: Fast, 2009.130 s.
- [13] KORYTÁROVÁ, Jana; FRIDRICH, Jaroslav; PUCHÝŘ, Bohumil. *Ekonomika investic*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s. r. o. , 2002. 227 s. ISBN 80-214-2089-8.

[14] KORYTÁROVÁ, Jana. *Hodnocení ekonomické efektivnosti stavebních investičních projektů*. Brno : Vutium, 2006. 30 s. ISBN 80-214-3171-7.

[15] KOUDELA, Vladimír; SCHEJBALOVÁ Vladimíra. *Ekonomická efektivnost investic*. 1. vydání. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2000, 86 s. ISBN 80-7078-825-9

[16] KUTA, Vítězslav. *Investiční proces a jeho technicko organizační aspekty*. 1. vyd. Ostrava : Ediční středisko VŠB, 1998. 62 s. ISBN 80-7078-522-5.

[17] POKLUDA, Vladimír. *CentrumŘešení.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-10-27]. Hospodárné stavby. Dostupné z WWW: <<http://www.centrumreseni.cz/hospodarne-stavby/>>.

[18] *Stanovení nákladů budovy za dobu jejího užívání : Metodická příručka* [online]. Praha : CityPlan s. r. o. , 2005 [cit. 2011-10-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.kr-olomoucky.cz/clanky/dokumenty/1356/priloha-2-lcc-metodicka-poirueka-19205.pdf>>.

[19] SYNEK, Miloslav, et al. *Manažerská ekonomika*. 3. vyd. Praha : Grada Publishing a. s. , 2003. 472 s. ISBN 80-247-0515-X.

[20] ŽÍDKOVÁ, Dana. *Investice a dlouhodobé financování*. 4. vyd. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 180 s. ISBN 978-80-213-1636-2.

[21] Rodinný dům NERO 2008 - Typový projekt rodinného domu. *NERO 2008* [online]. 2010 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.nasdum.cz/katalog/rodinny-dum/nero-2008>

[22] ČSN EN 73 0540-2(730540) - Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. *Shop.normy.cz*[online]. 2011 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://shop.normy.biz/d.php?k=77902>

[21] ČSN EN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. Říjen 2011. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011

[24] Pórobeton YTONG. Pórobeton YTONG [online]. 2009 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.ytong.cz/cs/content/porobeton-ytong.php>

[25] Ytong Lambda - zdění bez zateplení. *Xstavba.cz* [online]. 19.11.2009 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://xstavba.cz/ytong-lambda-zdici-material-bez-nutnosti-zatepleni>

[26] Nová tvárnice Ytong Theta pro nejúspornější domy nového desetiletí!. *Www.obcanskavystavba.cz* [online]. 04.03.2010 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.obcanskavystavba.cz/clanek/nova-tvarnice-ytong-theta-pro-nejuspornejsi-domy->

- [27] Minerální tepelně izolační desky Ytong Multipor. Minerální tepelně izolační desky Ytong Multipor [online]. 2008 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.ytong.cz/cs/content/mineralni-tepelneizolacni-desky-ytong-multipor.php>
- [28] Kvalitní zdící materiál POROTHERM. Kvalitní zdící materiál POROTHERM [online]. 2008 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://cihlyprodum.cz/kvalitni-zdici-material-porotherm>
- [29] Porotherm 36,5 1/2 K P+D. Porotherm 36,5 1/2 K P+D [online]. 2008 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.stawebniny.com/porotherm-365-1-2-k-pd/d-73353/>
- [30] Revoluční cihla plněná vatou POROTHERM 36,5 T PRofi. Revoluční cihla plněná vatou POROTHERM 36,5 T PRofi [online]. 8.4.2011 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/cihly-bloky-tvarnice/7329-revolucni-cihla-plnena-vatou-porotherm-36-5-t-profi>
- [31] Stavební systémy VELOX. Www.casopisstavebnictvi.cz [online]. 6.7.2009 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: http://www.casopisstavebnictvi.cz/stavebni-systemy-velox_N2444
- [32] Stavební systémy VELOX. Www.casopisstavebnictvi.cz [online]. 6.7.2009 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: http://www.casopisstavebnictvi.cz/stavebni-systemy-velox_N2444
- [33] Větrací systémy s rekuperací tepla pro bytovou výstavbu - teorie, návrh a použití. Www.tzb-info.cz [online]. 27.6.2005 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2579-vetraci-systemy-s-rekuperaci-odpadniho-tepla-pro-bytovou-vystavbu-teorie-navrh-a-pouziti-i>

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

a.s. – akciová společnost

Atd. a tak dále

BOO – build, own and operate

BOOT – build, own, operate and transfer

CF – cash flow

Č. - číslo

ČSN – česká státní norma

DBFO – design, build finance and operate

DPH – daň z přidané hodnoty

EN energetická náročnost

ENB – energetická náročnost budovy

EPS – extrudovaný polystyren

ETICS – External thermal isolation composite systéme – vnější tepelně izolační systém

GJ – gigajoul

IC – investiční náklady

IRR – internal Rate of return – vnitřní výnosové procento

LCC – life cycle

MC – malta cementová

MF ČR – ministerstvo financí české republiky

Min – minimální

Np – nadzemní podlaží

MVC – malta vápenocementová

Např – například

NPV – Net Present Value – čistá současná hodnota

PB – Pay Back Metod – prostá doba návratnosti

PDK – pero a drážka a kapsy pro úchop

PI – Profitability index – index rentability

PO – Pay Off- diskontovaná doba návratnosti

Popř. – popřípadě

PPP – public private partnership – financování ze soukromých a veřejných zdrojů

PUR – polyuretanová pěna

RD – rodinný dům

ROA – Return of Assets – rentabilita celkového kapitálu

ROE – return of Equity – rentabilita vlastního kapitálu

ROI – return of investment – rentabilita dlouhodobě investovaného materiálu

Sb. – Sbírka

s.r.o. – společnost s ručením omezeným

TI – tloušťka

TUV – teplá užitková voda

TV – teplá voda

Úrs- Ústav racionalizace vve stavebnictví

10 SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

Obrázek 6 - Individuální kalkulace

Obrázek 7 - Znázornění principu stanovení nákladů životního cyklu budovy

Obrázek 8 - Průkaz energetické náročnosti budovy

Obrázek 9 - Energetický štítek obálky budovy

Obrázek 5 - řez obvodovou stěnou Ytong Lambda 375mm

Obrázek 6 - řez obvodovou konstrukcí stěny Porotherm P+D 365mm

Obrázek 7 - řez obvodovou stěnou Porotherm P+D 440mm

Obrázek 8 - řez obvodovou stěnou VELOX UL 32

Obrázek 9 - řez obvodovou stěnou Ytong Lambda 375mm se zateplením EPS 70F 100mm

Obrázek 100 - řez obvodovou stěnou Ytong Theta 500mm

Obrázek 11 - řez obvodovou stěnou Porother P+D 365mm se zateplením EPS 70F 100mm

Obrázek 12 - řez obvodovou stěnou Porotherm 36,5T Profi

Obrázek 13 - řez obvodovou stěnou VELOX XL 42

Obrázek 14- řez obvodovou stěnou Ytong P2-400 300mm se zateplením deskami Ytong Multipor 160mm

Obrázek 15- řez obvodovou stěnou Ytong Lambda 375 mm se zateplením EPS 70F 200mm

Obrázek 16 - řez obvodovou stěnou Porotherm P+D 365mm se zateplením EPS 70F 200mm

Obrázek 17 - řez obvodovou stěnou Heluz FAMILY 2in1

Obrázek 18 - Graf kumulační křivky nákladů na realizaci a provoz při 4% zdražování cen energie

Obrázek 19- Graf kumulační křivky nákladů na realizaci a provoz při 4% zdražování cen energie

11 SEZNAM PŘÍLOH

příloha 1 - Výkres základů

příloha 2 - Výkres 1NP

příloha 3 - Výkres 2NP

příloha 4 - Výkres střechy

příloha 5 - Výkres řez

příloha 6 - Výkres pohledy

příloha 7 - Rozpočet varianty Ytong P2-400 300mm se zateplením Ytong Multipor 160 mm, rekuperací a solárním ohřevem TV

příloha 8 - Výpočet tepelných ztrat objektu varianty Ytong P2-400 300mm se zateplením Ytong Multipor 160mm

příloha 9 - Výpočet tepelných ztrat objektu varianty Ytong P2-400 300mm se zateplením Ytong Multipor 160mm, s rekuperací a solárním ohřevem TV